



Dagvattenutredning Kockbacka gårde

Upplands Bro kommun

Slutversion, 2021-01-29. Reviderad 2021-03-25

TITEL	Dagvattenutredning Kockbacka gärde
RAPPORTNUMMER	2020-1617-A
BESTÄLLARE	Anna Duarte, 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	2021-01-29. Reviderad 2021-03-25
OMSLAGSBILD	Preetam C. Hernefeldt

Sammanfattning

Upplands-Bro arbetar just nu med en detaljplaneprocess 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 har två alternativa principer för dagvattenhantering tagits fram och jämförts. Det ena alternativet innebär att dagvatten från skolområdet och bostadsområdet hanteras med lokala dagvattenåtgärder (LOD) i nära anslutning till de ytor där dagvattnet avrinner ifrån. Det andra alternativet innebär att allt dagvatten leds till en samlad dagvattenhantering i en fristående dagvattendamm.

I alternativet med LOD så föreslås gröna tak, nedsänkta växtbäddar, trädplanteringar i skelettjordar och nedsänkta grönytor. Även några andra alternativ för hantering beskrivs.

Båda alternativen ger en god möjlighet till utjämning och kan utformas för att utgående flöde inte ska öka jämfört med nuläget.

Båda alternativen innebär även en långtgående rening där alternativet med LOD beräknas klara en högre reningsgrad vilket innebär något lägre utgående mängder förorenande ämnen än alternativet med en dagvattendamm. Alternativet med en dagvattendamm klarar inte reningsbehovet för kadmium och nickel. För att då nå reningsbehovet krävs kompletterande reningsåtgärder.

En översiktlig kostnadsjämförelse mellan de två alternativen visar att LOD-åtgärderna är betydligt mer kostsamma (sett till investeringskostnad) än en dagvattendamm. Då områden som exploateras behöver utformas med dagvattenhantering så kan istället kostnaden att utforma området med LOD-åtgärder jämföras med kostnaden för en ”konventionell” utformning av planområdet, för att få fram den ”merkostnad” som utformning med LOD innebär. Även i den konventionella utformningen behövs ju yttertak samt träd- och perennplanteringar för gestaltning av området. Om istället denna merkostnaderna för LOD-åtgärderna (jämfört med en konventionell utformning av planområdet) jämförs med anläggningskostnaden för en dagvattendamm är LOD-åtgärderna i samma nivå som för en dagvattendamm.

Utöver kostnad för anläggning tillkommer kostnad för skötsel och drift av anläggningarna.

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.

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.....	6
2.2.1	Markföreningar	8
2.3	Nuvarande dagvattenhantering	8
2.4	Ytvattenrecipient	12
2.5	Riktlinjer för dagvattenhantering	14
3	Flödes- och föroreningsberäkningar.....	14
3.1	Markanvändning	15
3.2	Flöden nuläge och framtid	17
3.3	Behov av renings- och fördröjningsvolym.....	19
4	Transport av närsalter och andra förorenande ämnen	20
5	Förslag på åtgärder	21
5.1	Alternativ 1 - LOD.....	21
5.1.1	Tak på skollokaler och idrottssal	22
5.1.2	Gång- och cykelväg.....	24
5.1.3	Parkering inom skola och hårdgjord yta norr om skolbyggnad..	25
5.1.4	Skolgård	27
5.1.5	Ytor för idrott.....	28
5.1.6	Bostadsområde	29
5.1.7	Sammanställning av alternativ 1 - LOD.....	31
5.2	Alternativ 2 - dagvattendamm.....	33
5.3	Ytterligare fördröjningsbehov	34
6	Skyfall och åtgärder mot översvämning	36
7	Effekter av föreslagna åtgärder.....	37
7.1	Möjligheter till mer långtgående rening.....	39
8	Kostnadsbedömning	39
9	Slutsatser	41
10	Referenser.....	42

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.

Områdets framtida utformning är inte bestämd i nuläget men 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. Inom detaljplanearbetet behöver därför dagvattenhanteringen utredas.



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, där denna rapport är resultatet av arbetet i del 1. I del 2 utreddes, och gavs förslag, på hantering av dagvatten från befintlig bebyggelse norr om planområdet inom planområdet.

Utredningens innehåll och omfattning utgår från kommunens checklista för dagvattenutredningar. I utredningen har det ingått att ge förslag på dels att dagvatten från planområdet kan hanteras inom detaljplaneområdet med lokala dagvattenåtgärder (LOD) och dels att utreda ett förslag med samlad dagvattenhantering i en dagvattendamm (ev. utanför skolans detaljplaneområde).

2 Förutsättningar

2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

Planområdet ligger sydöst om Bro centrum och avgränsas i öst av Enköpingsvägen och i norr av Ginlögsvägen. I sydväst gränsar planområdet till befintlig järnväg. Planområdet har en areal på ca 15 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 Ginlögsvägen återfinns ett bostadsområde med villor och radhus, dagvattenhanteringen från det området kommer utreddes i del 2 av detta uppdrag och redovisas därav inte i denna rapport.

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 m. 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. Lerdjup på upp till 12-15 meter har uppmätts. Utifrån den geotekniska utredningen bör inte de nedan föreslagna LOD-åtgärderna innebära några problem, däremot behöver eventuellt djupare schaktdjup undersökas samt hänsyn tas till placeringen av nedan föreslagna dagvattendamm.

Planområdet är flackt, höjderna i området varierar mellan +9,5 m och +6,5 m (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).



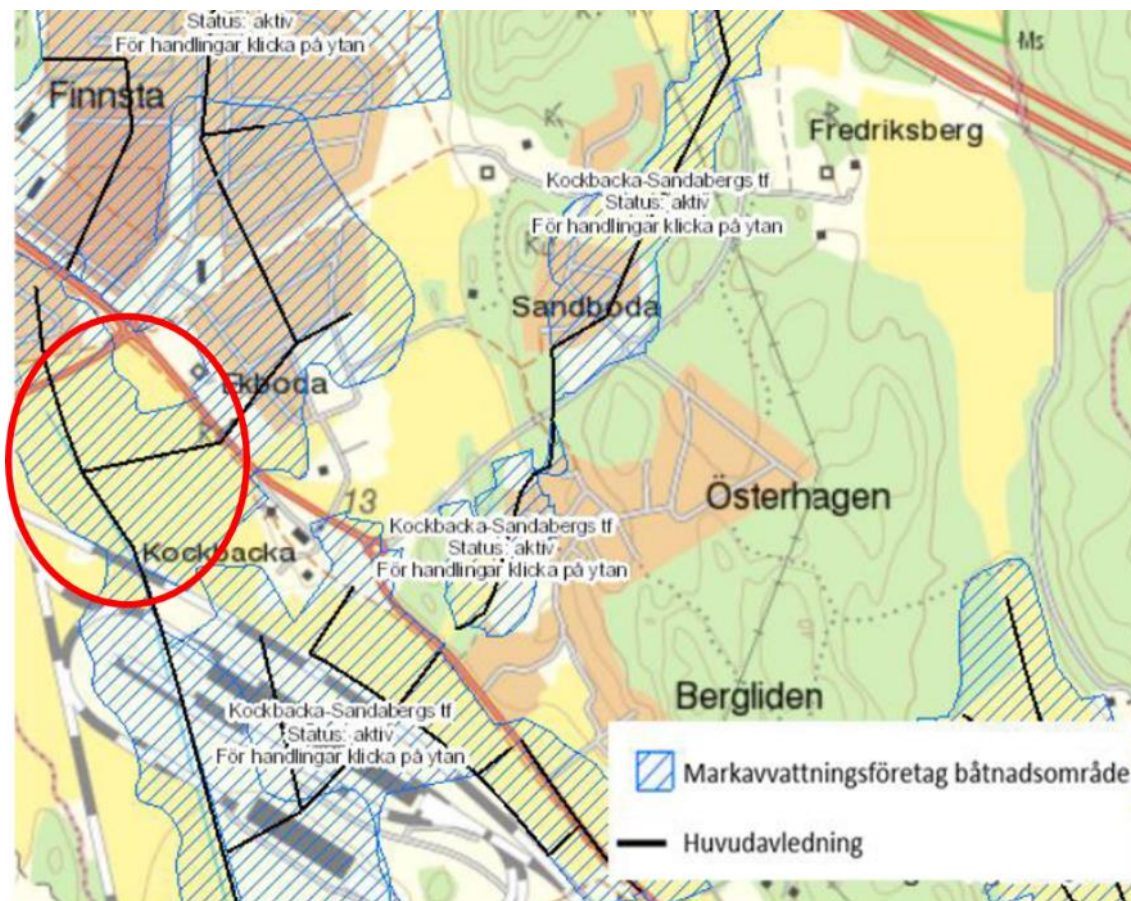
Figur 4. Planområdet är flackt och höjden varierar mellan ca +6,5 m - +7 m längs med befintliga diken och stiger upp mot +9,5 m i planområdets norra, östra och västra ytterkanter (RH2000). Källa: Lantmäteriet (höjdkurvor), Google street map (underliggande kartbild).

2.2.1 Markföroreningar

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

2.3 Nuvarande dagvattenhantering

Planområdet ligger inom båtnadsområdet för dikesföretaget Brogårds-Nygårds, se Figur 5. Dikesföretaget är aktivt och behöver hanteras vid en planläggning. För närvarande pågår en diskussion kring att eventuellt upphäva dikningsföretaget. Som utgångspunkt i denna utredning har det antagits att dikningsföretaget, åtminstone inom planområdet, kommer att upphävas (enligt uppgift från beställare).



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 i kommunens övergripande system för dagvattenhantering. Flera områden i centrala Bro avvattnas via två utloppstrummor med diameter på 1000 mm som går under Ginlögsvägen och mynnar 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-Görvaln. Detta område utgör även den lägsta punkten inom området och om vattenföringen i kulvertarna under järnvägen hindras finns risk för lokala översvämningar här.

Inom planområdets norra och östra del, längs Ginlögsvägen och mellan GC-vägen och Enköpingsvägen finns en ett avskärande dike med några brunnar som tar emot dagvattnet från vägarna, se Figur 7 och Figur 8.

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



Figur 6. Befintlig dagvattenhantering inklusive flödesriktning i ledningar och på mark. Google street map (underliggande kartbild).



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



Figur 8. Bilden visar diket längs Ginlögsvägen. 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).

2.4 Ytvattenrecipient

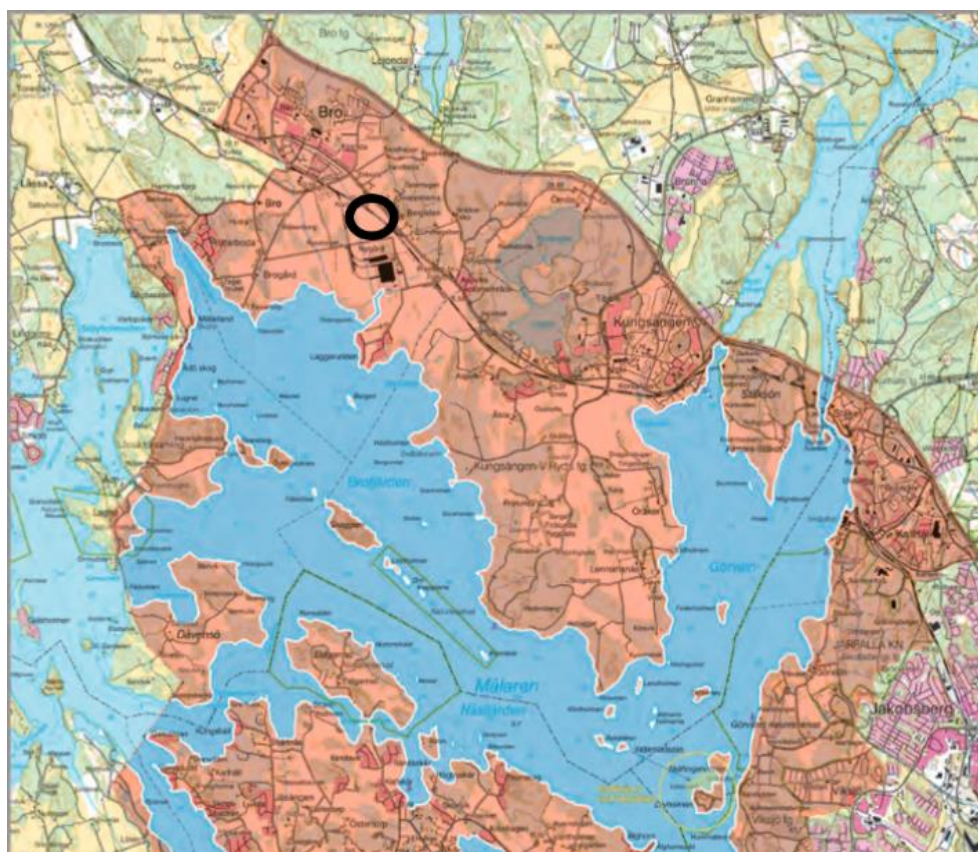
Planområdet ligger inom avrinningsområdet till recipienten Mälaren-Görväln, se Figur 11. Mälaren-Görväln (SS EU_CD: SE659147-160765) har enligt VISS god ekologisk status men uppnår ej god kemisk status. Recipienten är belastad med för höga halter av nickel, antracen, kadmium, bly, PFOS och tributyltenn, utöver de överallt överskridande 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.).

2.5 Riktlinjer för dagvattenhantering

Upplands-Bro kommun har tagit fram en checklista med riktlinjer för dagvattenhantering inom kommunen (Upplands-Bro kommun, 2019). 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. Plankarta, beslut vid samråd, för detaljplan Kockbaka gårde (Härnevi 8:10) (Upplands-Bro kommun, 2021).

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 210308 samt i enlighet med mejlkonversation 210317)

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]
Åkermark	14,5	-
Gång- och cykelväg (befintlig)	0,14	0,14
Väg/gata (befintlig)	0,21	0,21
Taktytor (skola och idrottssal)	-	0,65
Skolgård (hårdgjorda ytor i anslutning till byggnad exkl. parkering)	-	0,67
Parkering tillhörande skolområde	-	0,18
Skolgård/idrottsområde (ej hårdgjord/gräs)	-	1,5
Skolgård/idrottsområde (hårdgjord och semihårdgjord)	-	1,4
Gång-cykelbana (ny)	-	0,20
Radhusområde (inkl. lokalgata och p-platser)	-	1,2
Parkmark	-	8,7
Summa	15	15

Vid belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.20.2.2 har markanvändningen behövt anpassas efter de markanvändningskategorier som finns tillgängliga i Stormtac. De kategorier som använts vid belastningsberäkningarna redovisas i Tabell 2. Då det för skolområdet inte finns någon detaljerad utformning framtagen har markanvändningstypen ”Skolområde” använts efter exploatering, utan reningsåtgärder. I beräkningarna med införda reningsåtgärder har istället skolområdet delats upp i mer detaljerade markanvändningstyper för att möjliggöra implementering av olika dagvattenåtgärder för olika ytor. Inte heller för bostadsområdet finns det någon detaljerad utformning, därför har hela radhusområdet satts till ”Radhusområde” efter exploatering och till ”Radhusområde med total LOD” efter exploatering.

Tabell 2. Markanvändning använd vid belastningsberäkningar för nuläget och efter exploatering i Stormtac web v.20.2.2. Vid beräkningar i Stormtac med införda dagvattenåtgärder har skolområdet delats in i mer detaljerade ytor för att kunna möjliggöra beräkningar för olika dagvattenåtgärder för olika ytor

Markanvändning	Nuläge [ha]	Efter exploatering [ha]	Efter exploatering med rening i LOD [ha]
Jordbruksmark	14,5	-	-
Skolområde (hela skol- och idrottsområdet)	-	4,4	-
Väg 1 (Väg/angöring, ÅDT 1000)	0,21	0,21	0,21
Gång- och cykelväg	0,14	0,35	0,35
Radhusområde	-	1,2	-
Parkmark	-	8,7	8,7
Takyta			0,32
Grönt tak			0,32
Parkering (inom skolområde)			0,18
Gräsyta (genomsläpplig skolgård)			1,5
Grusyta med träd (semihårdgjord skolgård)			0,8
Torg (hårdgjord skolgård, både prickmark norr om byggnad samt inom skolgården söder om byggnad)			1,3
Radhusområde med total LOD			1,2
Summa	15	15	15

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	15	0,73	-	-
Gång- och cykelväg (befintlig)	0,8	0,14	0,12	0,14	0,12
Väg/gata (befintlig)	0,8	0,21	0,17	0,21	0,17
Takytor (skola och idrottssal)	0,8	-	-	0,65	0,58
Skolgård (hårdgjorda ytor i anslutning till byggnad exkl. parkering)	0,8	-	-	0,67	0,58
Parkering tillhörande skolområde	0,8	-	-	0,18	0,14
Skolgård/idrottsområde (ej hårdgjord/gräs)	0,1	-	-	1,5	0,15
Skolgård/idrottsområde (hårdgjord och semihårdgjord)	0,59	-	-	1,4	0,85
Gång-cykelbana (ny)	0,8	-	-	0,20	0,16
Radhusområde	0,4	-	-	1,2	0,49
Parkmark	0,1	-	-	8,7	0,87
Summa	-	15	1,0	15	4,1

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i planområdet att öka. Ur Tabell 3 kan det utläsas att den reducerade arean ökar från 1 ha till ca 4,1 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 [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

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. Beräkningarna är genomförda med indata från Tabell 3

Scenario	Avrinning 20-årsregn [l/s]	Avrinning 100-årsregn [l/s]
Nuläge, utan kf	150	250
Efter exploatering utan införda dagvattenåtgärder, med kf	1 500	2 500

Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka inom planområdet från ca 150 l/s till ca 1 500 l/s vid ett 20-årsregn. Detta beror på ökad hårdgjord yta inom planområdet samt ökad regnintensitet till följd av förväntade klimatförändringar (klimatkfaktorn).

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. 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 = regnvolum som ska hanteras inom kvarteret (20 mm) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m^2]

ϕ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \phi_i \cdot A_i$$

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.

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	810	1 200

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

Avrinningen från 20 mm nederbörd innebär att 810 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 1 200 m³. Dagvattenåtgärderna som anläggs för att rena 20 mm dimensioneras även för fördröjning av vattnet de tar emot (810 m³). För att inte riskera att öka utgående flöde jämfört med nuläget behövs utjämnning av ytterligare ca 400 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. 20.2.2 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.20.2.2 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)	5,5	6,2
Kväve (N)	130	44
Bly (Pb)	0,22	0,26
Koppar (Cu)	0,41	0,55
Zink (Zn)	0,66	1,7
Kadmium (Cd)	0,0036	0,012
Krom (Cr)	0,088	0,20
Nickel (Ni)	0,058	0,17
Suspenderat material (SS)	3 200	1 300
Bens(a)pyren (BaP)	0,00025	0,00082

Exploateringen medför en ökning av mängden av alla de medtagna parametrarna undantaget kväve 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 skulle kunna ske innan utlopp till Mälaren-Görväln.

Anledningen till att huvuddelen av föroreningshalterna överskrids 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. Koppars i dagvatten härrör främst till byggnadsmaterial (koppertak etc.) samt till trafik (Viklander M., m.fl., 2019). Genom att minimera trafik och parkering inom området så kan detta ämne minska ytterligare. Metaller som 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

Två principiella alternativ till hantering av dagvattnet har tagits fram. Ett där hanteringen sker mer lokalt, där åtgärderna placeras i direkt anslutning till ytorna vars vatten de ska omhänderta (s.k. LOD) och ett där reningen sker samlat i en dagvattendamm. Alternativ med seriekopplad rening, rening både i LOD och i dagvattendammen, har inte utretts. En sådan lösning kan antas medföra något högre avskiljning än enbart det ena eller det andra alternativet.

För båda alternativ är det 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 fränlut från byggnaderna.

5.1 Alternativ 1 - LOD

Nedan presenteras förslag på lokal hantering av dagvatten som anses lämpliga för området efter exploatering samt som har en god avskiljande förmåga av föroreningar. Det är alltså 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 rena 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 i befintligt dike för avvattning av området. Vi rekommenderar öppen avledning i diken vilket ger både bättre avledningskapacitet, buffring och rening av dagvattnet.

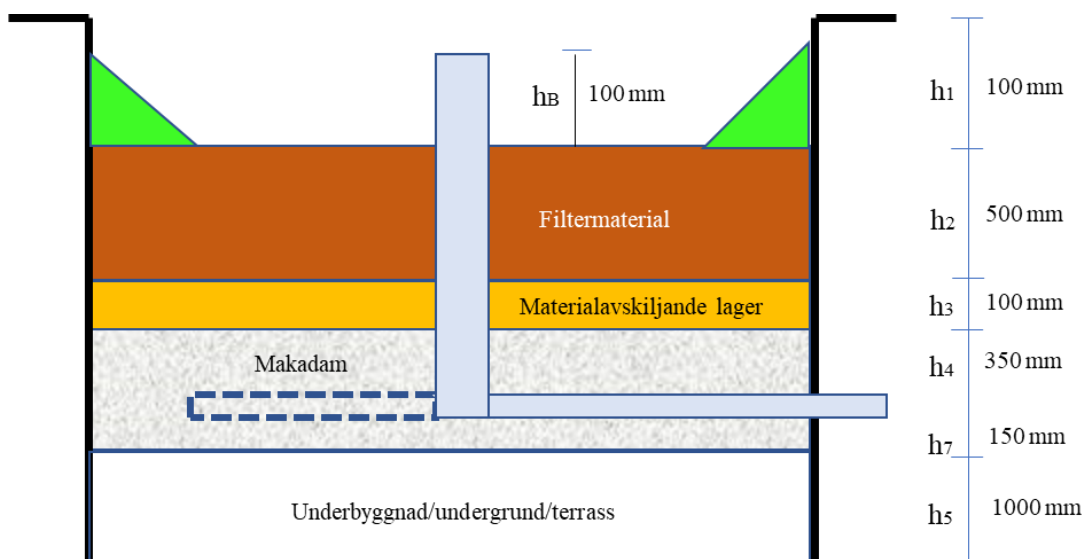
5.1.1 Tak på skollokaler och idrottssal

Vårt förslag är att hälften av takytorna anläggs med tjockare gröna tak, minst 10 cm tjocka. Sådant grönt tak kan omhänderta 20 mm nederbörd för den ytan som taket anläggs på. I Figur 14 återfinns ett exempel på tjockare grönt tak.



Figur 14. Exempel på utformning av tjockt grönt tak. Foto: WRS.

Takdagvattnet som avrinner från takytor utan grönt tak föreslås ledas till nedsänkta växtbäddar längs med byggnadernas fasader. Se Figur 15 för hur växtbäddarna föreslås utformas samt Figur 16 för ett exempel på utformning (för hantering av takdagvatten).



Figur 15. Föreslagen uppbyggnad för nedsänkta växtbäddar i anslutning till takytor samt på skolgården.



Figur 16. Exempel på regnbäddar för takvatten typ förgårdsmark, Stockholm. Foto: WRS.

Avledningen från taken föreslås ske via stuprör med utkastare. Utkastarna kan även ha sitt utlopp i dagvattenrännor som ansluter till t.ex. nedsänkta växtbäddar för att synliggöra vattnet för barnen och även för att bidra till säkra vattenmiljöer för lek och lärande, se Figur 17 för exempel.



Figur 17. Exempel på utformning av rännor för avledning av takdagvatten. Foto: WRS.

Alternativt kan 90 % - 100 % av takytorna anläggas med grönt tak (minst 10 cm tjockt och anpassat för att omhänderta 20 mm) och då behövs ingen mer åtgärd för hantering av takdagvattnet för att uppfylla kravet på hantering av 20 mm. Detta medför dock något högre utgående mängder av närsalter och metaller.

Ett annat intressant alternativ för hantering av takdagvattnet 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 takdagvattnet 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.

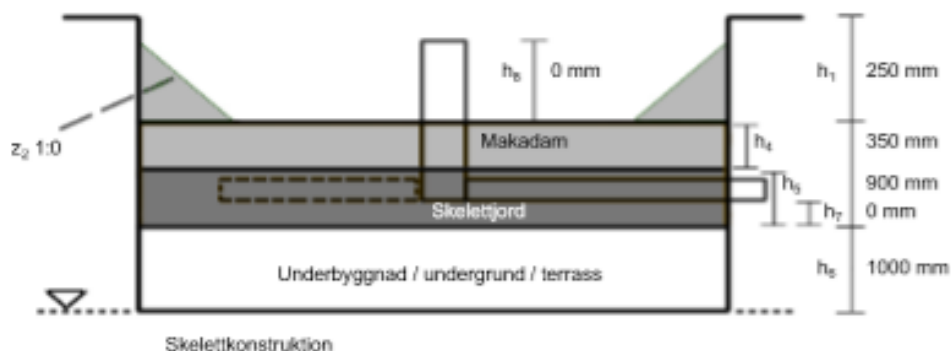
5.1.2 Gång- och cykelväg

Dagvattnet från gång- och cykelvägarna föreslås ledas till träd som planteras i skelettjordar vilka anläggs i direkt närhet till ytorna, se exempel Figur 18. 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). Trädrötterna 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 18. Exempel på gatuutformning från Bro trädgårdsstad Gestaltningsprogram 2014 (vänster).

I Figur 19 återges utformningen som använts vid beräkningar i Stormtac.

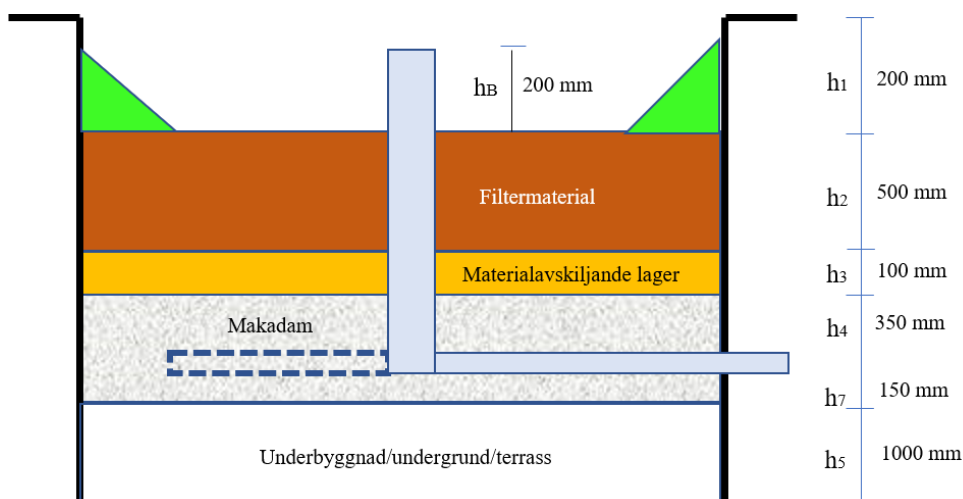


Figur 19. Föreslagen utformning för skelettjordar i anslutning till angöringsytor och gång- och cykelvägen. Bild: Stormtac web v.20.2.2.

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.

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 nedsänkta växtbäddar. Se Figur 20 för hur växtbäddarna föreslås utformas och Figur 21 för exempel på utförande. Växtbäddarna som anläggs i anslutning till dessa ytor föreslås utformas med något djupare fördröjningsdjup än de som anläggs i anslutning till takytorna. Det är viktigt att ytorna höjdsätts 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 de nedsänkta växtbäddarna.



Figur 20. Föreslagen utformning för nedsänkta växtbäddar i anslutning till de hårdgjorda ytorna norr om skolbyggnaden.



Figur 21. Exempel på utformning av nedsänkta växtbäddar med trädplantering i anslutning till gata, gc-väg och parkering, Uppsala. 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.

Alternativt kan parkeringsytan och övriga hårdgjorda ytor norr om skolbyggnaden anläggas med någon form av genomsläpplig beläggning, t.ex. marksten med genomsläppliga fogar (se Figur 22) eller genomsläpplig asfalt. 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

Dagvatten från den hårdgjorda och den semihårdgjorda delen av skolgården söder om skolbyggnaden föreslås omhändertas genom att vissa delar av skolgården utformas som nedsänkta ytor med förstärkt infiltrering och bortledning via dräneringsledning. En sådan utformning medför 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 23 och Figur 24. 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 anläggs de med släpp i kantstenen så att dagvatten ytleddes kan avledas till dessa ytor.



Figur 23. Två exempel på skålade ytor (nedsänkt grönyta) i stadsnära miljö som även kan inbjuda till lek. Foto: WRS.



Figur 24. Exempel där delar av gårdsytorna är nedsänkta för att möjliggöra fördröjning och rening av dagvatten. Foto:WRS.

Den del av skolgården som anläggs med gräs eller annan genomsläpplig beläggning behöver inte någon ytterligare åtgärd för hantering av dagvatten. Dock bör ytorna höjdsättas så att avrinnande vatten leds bort från byggnaderna och istället till diken eller en damm.

5.1.5 Ytor för idrott

Delar av ytorna som planeras att användas för utomhusidrott föreslås utformas med multifunktionellt syfte där utjämning och rening av dagvatten kombineras med ytor som när de är torra kan användas för idrott, se Figur 25. Ytorna sänks ner något för att möjliggöra magasinering och utformas med förstärkt infiltrering och bortledning via dräneringsledning. 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 25. Exempel på nedsänkt grönyta som vid torrväder kan användas för boll-lek, event eller spontana aktiviteter men som vid nederbördstillfällen fungerar som utjämning och bidrar med rening. Foto: WRS.

5.1.6 Bostadsområde

Takdagvattnet från kvartersmark inom bostadsområdet föreslås tas omhand genom att minst hälften av takytorna utformas med tjocka gröna tak (se Figur 14) (alternativt insamling och återanvändning för bevattning eller spolning i toaletter) och att dagvattnet från takytorna som inte utformas med gröna tak leds ut i grönyta som utformas med förstärkt infiltration, se Figur 26.



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

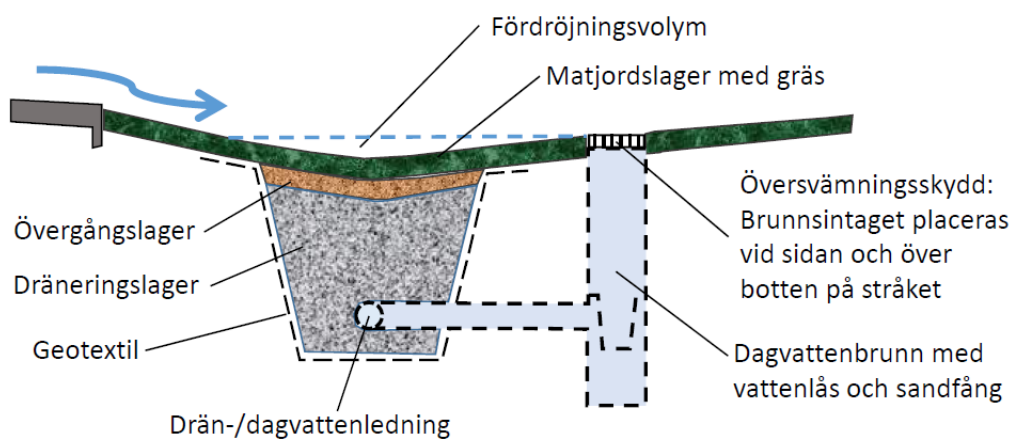
Beroende på hur parkeringsplatser placeras ut (i anslutning till varje bostad eller som samlade parkeringar) kan olika alternativ för hantering vara olika bra lämpade. Alternativ på utformning är genomsläpplig beläggning (se Figur 22) eller avledning till grönyta (som kan utformas med förstärkt infiltration) eller avledning till nedsänkta växtbäddar (se Figur 21) som exempel.

Dagvattnet från lokalgatan föreslås tas omhand i träd i skelettjordsplanteringar eller i infiltrationsstråk.

Dagvattnet som avrinner från tomterna och kvartersmarken, föreslås ledas till infiltrationsstråk, se Figur 27 och Figur 28, som fördröjer och renar vattnet innan de leder ut dagvattnet till diket som planeras att förläggas genom bostadsområdet (se rapport för del 2).



Figur 27. Exempel på infiltrationsstråk som tar emot vatten från en gång- och cykelväg samt från gata (via öppen ränna och brunnar) i Berlin. Foto: WRS.



Figur 28. Principuppbyggnad av infiltrationsstråk. Illustration: WRS.

5.1.7 Sammanställning av alternativ 1 - LOD

En sammanställning av föreslagna anläggningar ses i Tabell 7.

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. Volymsbehovet ökar om anläggningarna dimensioneras för att även kunna utjämna flödena 20-årsregn för att flödet inte ska öka jämfört med nuläget

Yta	Volym motsvarande hantering av 20 mm [m ³]	Förslag på dagvattenåtgärd	Ytbehov [m ²]	Volymbehov [m ³]	Alternativ dagvattenåtgärd
Takytor skola och idrottssal	120	Gröna tak (minst 10 cm tjocklek) på halva takytan samt avledning till nedsänkta växtbäddar	3 200	-	Uppsamling, rening och återanvändning för att spola toaletter i byggnaderna
Gata (rondel) och gc-väg	90	Träd i skeletjord, 20 st ^b	-	300 ^c	Nedsänkta växtbäddar (240 m ² , 170 m ³)
Parkering inom skolområde samt övrig prickmark framför byggnad	140	Nedsänkta växtbäddar	370 ^d	260 ^d	Genomsläpplig beläggning på halva ytan och sedan avledning till växtbäddar (140 m ² , 100 m ³) eller träd i skeletjord (11 st träd, 170 m ³)
Skolgård och ytor för idrott (hårdgjorda och semihårdgjorda)	170	Nedsänkta grönytor med förstärkt infiltration	850 ^e	-	Nedsänkta växtbäddar (640 m ² , 380 m ³)
Skolgård ej hårdgjord	30	Ingen direkt åtgärd föreslås, genomsläpplig beläggning med ett poröst underliggande material klara att utjämna dessa volymer direkt i ytan	-	-	Avledning till damm eller dike. Alternativt nedsänkta ytor med förstärkt infiltration
Park	170	Ingen direkt åtgärd föreslås, genomsläpplig beläggning med ett poröst underliggande material klara att utjämna dessa volymer direkt i ytan	-	-	Avledning till damm eller dike. Alternativt nedsänkta ytor med förstärkt infiltration
Radhusområde (inkl. lokalgatan)	100	Gröna tak på ca 50 % av takytan samt, resterande dagvatten till skeletjord	Gröna tak 1 800, antal träd i skeletjord 14 st	-	Se avsnitt 5.1.6

^a De nedsänkta växtbäddarna är dimensionerade med ett fördröjningsdjup ovan jordlagret på 100 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, 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 Beror på anläggningsdjup vilket bör anpassas till val av träd/buske som planteras. Här antaget ett djup på 1 m.

^d 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, se figur 2.

^e Grönytorna är antagna vara nedsänkta 20 cm i genomsnitt. Under markytan anläggs ett poröst jordlager och gräsytan anläggs för att medföra infiltration ner i detta, på det sättet medför anläggningen även rening av dagvattnet. Fördröjningsbehovet är beräknat att rymmas enbart ovan jord, i praktiken kommer även viss fördröjning ske i underliggande porösa jordlager

5.2 Alternativ 2 - dagvattendamm

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 610–810 m² avseende rening.

Sedimentationsdammar bör ha ett genomsnittligt ”permanent” vattendjup på ca 1 m, det innebär en ”permanent” volym på ca 610–810 m³.

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 1 200 m³ utifrån behovet vid ett dimensionerande 20-års regn. Då det handlar om en stor utjämningsvolym i förhållande till den permanenta dammvolymen föreslås att dammen utformas med en torrdamm som förläggs antingen före eller efter den permanenta dammen samt att det finns en möjlighet till att dämna utloppet från dammen så att ett reglerdjup (och därmed en reglervolym) skapas ovanpå den permanenta delen av dammen. Det medför att vid flöden som överstiger nulägets dimensionerande avrinning så tillåts vattnet att stiga över normal permanentvattenyta i dammen samt så fylls den torra dammen och en utjämningsvolym ovanpå, och runt om, den permanenta dammen skapas.

I Figur 29 och Figur 30 återges två exempel på utformning av permanenta dammar som används för bl.a. hantering av dagvatten.



Figur 29. Exempel på utformning av damm (Augustenborg, Malmö). Foto:(VA-syd, u.å.).



Figur 30. Exempel på utformning av damm (Augustenborg, Malmö). Foto: WRS.

5.3 Ytterligare fördröjningsbehov

För att även kunna utjämna flödet för att inte öka avledningen av dagvatten jämfört med nuläget föreslås något av följande:

- För alt. med LOD: En torr damm anläggs med en volym motsvarande 400 m³. Dagvattnet från området leds till denna via lokalt dagvattenledningsnät, via öppna diken samt via direkt avrinning från markytorna.
- För alt. med LOD: Dimensionen på föreslagna LOD-lösningar ökas för att även kunna fördröja de kvarvarande 400 m³.
- För båda alternativen: Planerad dagvattendamm i tillhörande park utformas med ett dämt utlopp och en ovanliggande (eller runtomliggande i form av t.ex. en torr damm) utjämningsvolym. 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.

I Figur 31 - Figur 33 återges exempel på hur torra dammar kan utformas.



Figur 31. Exempel på utformning av hålldammar (en typ av torra dammar). Foto: WRS.



Figur 32. Exempel på utformning av yta som används för utjämning och viss rening av dagvatten vid större nederbördsevent, Täby. Foto: WRS.



Figur 33. Två exempel på utformning av en torr damm/översvämningsbar yta. Foto: WRS.

6 Skyfall och åtgärder mot översvämning

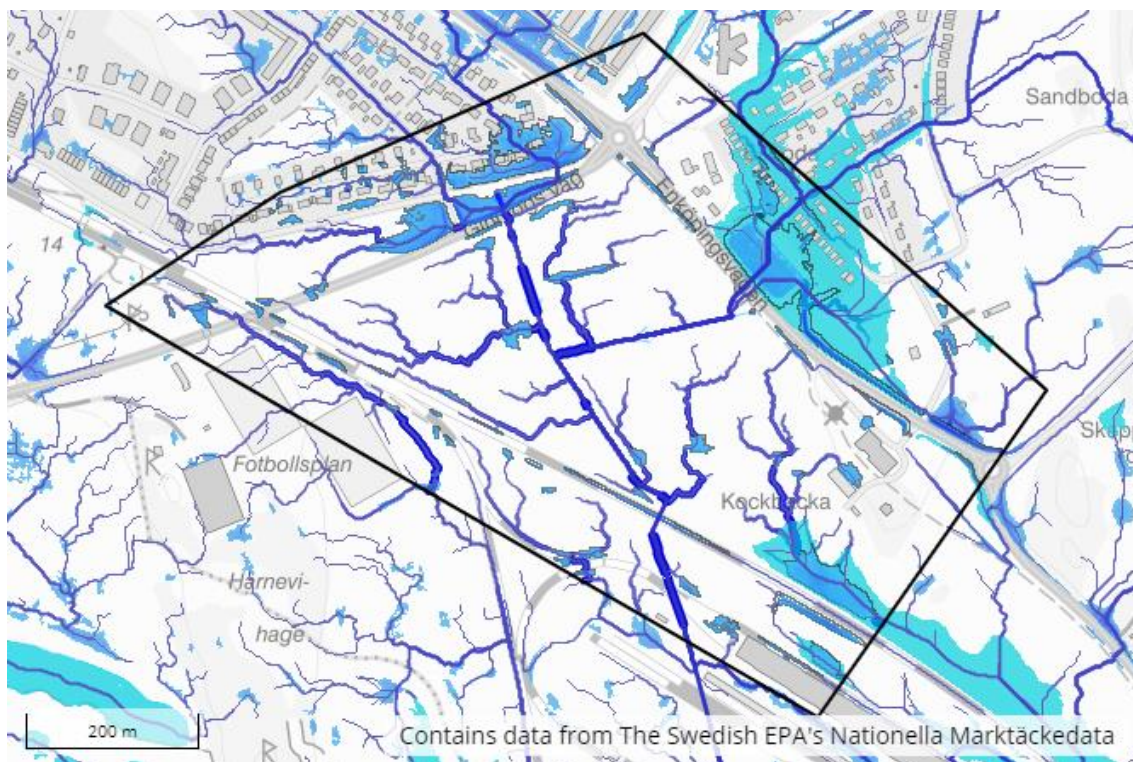
Det är viktigt att inte skapa instängda områden som kan medföra översvämningar och skador på byggnader vid större regn, detta görs främst genom markytans höjdsättning. Marken bör luta bort från byggnaderna och ut mot de delar av skolgården som inte är hårdgjorda och mot parkytorna.

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 ytledes 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 avvattningstvågar 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 befintligt dike, kulvert under järnvägen och fortsatt dike söder om järnvägen utredas för att inte riskera översvämningar inom planområdet eller utanför planområdet till följd av planerad exploatering. Detta arbete bör genomföras tillsammans 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. Arbetet är också beroende av hur markavvattningsföretaget hanteras och hur flöden etc. behöver förhålla sig till det.

I Figur 34 återges en översiktsbild över vattenflöden och vattenansamlingar vid ett regn motsvarande ett 100-årsregn (30 mm på tio minuter) för planområdet i nuläget. Bilden är framtagen i Scalgo live och tar inte hänsyn till eventuell infiltration eller befintligt ledningsnät. Vid ett 100-årsregn kan det dock antas att ledningsnätet går fullt och att all avrinning sker ytligt.



Figur 34. Översiktspild över vattevägar (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. Bilden visar nuläget. Observera att planomrdesgränsen inte är utritad.

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 2 500 l/s medan den med nulägets markanvändning och utan klimatfaktor beräknas till ca 250 l/s. Vid höga flöden kommer vattnet att leta sig ytlede till lågpunkterna inom området. Det innebär att vattnet kommer att avrinna mot diken och framförallt mot punkten där befintligt dike passerar under järnvägen.

Eftersom området är relativt flackt kan det höjdmässigt vara svårt med avledningen från lågpunkter och låglänta områden. Höjdsättningen av området och fortsatt utredning kring dagvattenhanteringen inom området bör genomföras i samråd med varandra.

7 Effekter av föreslagna åtgärder

Föreslagna åtgärder i avsnitt 5.1 alternativ 1 (LOD) ovan är dimensionerade för att kunna rena och fördröja avrinningen från 20 mm nederbörd (d.v.s. 810 m³). Alternativ 2, dagvattendammen, är uppdelad i en permanent damm som är dimensionerad för att uppnå kostnadseffektiv rening och en torr del (alt. en reglerhöjd ovanpå den permanenta delen) för att även klara av att utjämna dagvatten. Ovan ges även förslag på hur utjämning för att inte riskera att öka flödena jämfört med nuläget kan ske, se avsnitt 6.

Föreslagna åtgärder medför även rening av dagvattnet, se Tabell 8 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 skollokalerna och idrottssalen utformas till 50 % med gröna tak och vatten som avrinner från taken leds till nedsänkta växtbäddar enligt Figur 15.
- Den nya rondellen och både befintliga och nya gång- och cykelbanor ansluts till träd i skelettjordar.
- Parkeringsytorna samt övrig hårdgjord prickmark norr om skolbyggnaden avleds till nedsänkta växtbäddar enligt Figur 20.
- Den hårdgjorda delen (norr om skolbyggnaden) och den semihårdgjorda delen av skolgården och idrottsområdet avleds till multifunktionella nedsänkta ytor. Reningsgraden som har använts motsvarar ”torr damm”.
- För radhusområdet inkl. dess lokalgata har markanvändningstypen ”Radhusområde med total LOD” använts.
- Parkmarken och den del av skolgården som inte hårdgörs (räknat som gräs) leds inte till någon anläggning för rening.

Vid beräkning av mängder i utgående dagvatten efter rening i dagvattendamm har det antagits att dagvatten från alla ytor avleds till dagvattendammen.

Tabell 8. Resultat från belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.20.2.2. Mängderna som redovisas för scenarierna ”efter exploatering” är utgående mängder från området med hänsyn tagen till införda dagvattenåtgärder, dels i LOD och dels i en dagvattendamm. Kursiva mängder överstiger nulägets värden inom ett avrundningsfel medan fetmarkerade värden överstiger nuläget med mer än så

Ämne	Nuläge [kg/år]	Efter exploatering med LOD [kg/år]	Efter exploatering med damm [kg/år]
Fosfor (P)	5,5	2,8	3,0
Kväve (N)	130	29	33
Bly (Pb)	0,22	0,069	0,097
Koppar (Cu)	0,41	0,22	0,27
Zink (Zn)	0,66	0,48	0,68
Kadmium (Cd)	0,0036	0,0039	0,0065
Krom (Cr)	0,088	0,053	0,062
Nickel (Ni)	0,058	0,049	0,082
Suspenderat material (SS)	3 200	430	450
Bens(a)pyren (BaP)	0,00025	0,00017	0,00022

Både åtgärder i form av LOD och dagvattendamm innebär att dagvattnet renas och att mängderna av många ämnen minskar jämfört med nuläget. Föreslagen lösning med LOD-åtgärder innebär att mängden kadmium riskerar att vara lika med eller möjligtvis något högre än i nuläget. Dock är mängden av respektive ämne inom ett avrundningsfel jämfört med nuläget. För föreslagen lösning med en dagvattendamm beräknas en ökning av utgående mängder av kadmium och nickel jämfört med nuläget. Föreslagen lösning med en dagvattendamm innebär att mängden zink riskerar att vara lika med eller möjligtvis något högre än i nuläget. För alla övriga parametrar kommer exploateringen med införda dagvattenåtgärder att medföra en mindre mängd utgående föroreningar via dagvattnet än i nuläget.

Sett till mängderna från de olika ytorna så tas hänsyn till schablonhalten i Stormtac men även till respektive markanvändnings storlek (eg. reducerad area).

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 stora mängderna är nu och förväntas bli i framtiden med eller utan rening av dagvattnet.

7.1 Möjligheter till mer långtgående rening

Lägre utgående mängder kan eventuellt åstadkommas med andra val av lösningar, en något större dimensionering av anläggningarna eller seriekopplade reningsanläggningar, t.ex. först LOD och sedan en damm eller att de olika LOD-åtgärderna ansluts till varandra.

Nu har inte den torra dammen som föreslås för en utökad dagvattenrening tagits med i belastningsberäkningarna, om en sådan anläggs kommer det medföra en något ökad rening jämfört med vad som redovisas i Tabell 8.

Om takdagvattnet istället samlas in, renas, och återanvänds genom t.ex. toalettspolning eller för bevattning, skulle utgående mängder minska för alla ämnen jämfört med om taket utformas med grönt tak och sedan avleds till nedsänkta växtbäddar. Med en sådan lösning i LOD-alternativet skulle därmed även mängden kadmium och nickel i dagvattnet understiga mängderna i nuläget. En sådan lösning skulle också minska dagvattenflödet från området med drygt 20 %.

Dagvattnet från parken skulle kunna renas genom bortledning via diken, att parken helt eller delvis utformas med förstärkt infiltration och dränering eller om vattnet avleds till en dagvattendamm även i alternativet med LOD (LOD för de hårdgjorda ytorna). Då parkytan är stor i förhållande till planområdets area kan rening av dagvattnet som uppstår i parken bidra med att utgående mängder minskar jämfört med vad som anges i Tabell 8.

8 Kostnadsbedömning

En mycket översiktlig kostnadsberäkning över anläggningskostnaden för alternativet med LOD och alternativet med en dagvattendamm har genomförts, se Tabell 9.

För alternativet med LOD har även jämförelse av vilken merkostnad anläggningarna medför jämfört med om samma antal träd planteras utan skelettjord, om samma yta anläggs med ”vanliga” växtplanteringar som inte är nedsänkta och om taket anläggs med mer konventionell yttertaksbeläggning istället för gröna tak.

Tabell 9. Översiktlig kostnadsuppskattning för LOD-åtgärderna respektive dagvattendamm samt jämförelse av merkostnad att anlägga LOD-åtgärderna jämfört med motsvarande gestaltning av planområdet utan funktion som dagvattenåtgärder

Förslag på dagvattenåtgärd	Anläggningskostnad å pris	Anläggningskostnad [miljoner kr]	Merkostnad för anläggning [miljoner kr]
Alternativ 1 - LOD			
LOD skol- och idrottsområde			
Gröna tak (minst 10 cm tjocklek) på halva takytan ^a	700 kr/m ²	2,3	-0,65 ^f
"Vanliga tak" (plåt)	900 kr/m ²	2,9	-
Träd i skelettjord ^b , 19 st	60 000 kr/träd	1,2	0,69
Trädplantering utan skelettjord	25 000 kr/träd	0,81	-
Nedsänkta växtbäddar ^c	3 500 kr/m ³ magasinsvolym	1,3	1,2
Vanlig perennplantering	150 kr/m ²	0,04	-
Nedsänkta multifunktionella ytor med förstärkt infiltration ^d , nedsänkta 20 cm	720 kr/m ²	0,61	0,58
Konventionell gräsyta ^g	34 kr/ m ²	0,05	-
Summa LOD skolområde	-	5,4	1,9
LOD Radhusområde			
Gröna tak (minst 10 cm tjocklek) på halva takytan ^a	700 kr/m ²	1,3	-0,37
Infiltrationsstråk ^h	2 000 kr/m	0,34	- ⁱ
Torr damm till LOD-lösning (400 m ³) ^d	720 kr/ m ²	0,14	0,14
Summa LOD totalt	-	7,1	1,6
Alternativ 2 - dagvattendamm			
Dagvattendamm ^e	1 150 kr/m ²	0,68-0,90	0,68-0,90
Torr damm till dagvattendamm (1 200 m ³) ^d	720 kr/ m ²	1,7	1,7
Summa dammar	-	2,4-2,6	2,4-2,6

^a Källa: (WRS AB, 2016)

^b Källa: (WRS AB, 2016)

^c Källa: ((WRS AB, 2016) (Jan-Erik Larsson (WSP), 2020))

^d Källa: Uppgift från Norconsults anläggning vid Titteridammsvägen, 2013

^e Källa: Genomsnittlig kostnad utifrån beräkningsresultat i Uppsala dagvattenplan (WRS AB, 2019)

^f Att anlägga gröna tak istället för yttertak av falsad bandplåt (som är vanligt förekommande som yttertakmaterial) är uppskattningsvis ett billigare alternativ.

^g Källa: (Ekologgruppen, 2016)

^h Källa: (1st Claes Gräv & Pumpmontage AB, 2016)

ⁱ Beror på hur avledningen annars sker, via ledning eller via dike utan infiltrationskapacitet.

Den översiktliga kostnadsuppskattningen visar att LOD-åtgärderna för skol- och bostadsområdet i sig är betydligt dyrare än att anlägga en dagvattendamm.

Anläggningskostnaden för LOD-åtgärderna för skol-, idrotts- och radhusområdet uppgår till ca 7,1 miljoner kronor och för medan anläggningskostnaden för en dagvattendamm av föreslagen storlek är ca 0,7–0,9 miljoner kronor för den permanenta delen och 1,7 miljoner kronor för den torra delen, d.v.s. totalt 2,4–2,6 miljoner kronor.

Kostnaden för en "konventionell" utformning av skol-, idrotts- och radhusområdet inom planområdet kan jämföras med kostnaden att anlägga LOD-åtgärder. Anläggningskostnaden för LOD-åtgärderna och dagvattendammen (inkluderat den torra dammen) hamnar då inom ungefär

samma storleksordning där merkostnaderna för LOD-åtgärderna till och med är något lägre än att anlägga en dagvattendamm.

Utöver kostnad för anläggning tillkommer kostnad för skötsel och drift av anläggningarna. Skötseln av träd i skelettjordar och skötseln av nedsänkta växtbäddar kan förväntas vara ungefär densamma som skötseln av konventionella träd- och perennplanteringar. Skötseln av ett grönt tak innebär tillsyn ca 2 gånger per år, vilket vanligtvis är den tillsyn som även krävs av ett konventionellt yttertak.

Skötsel och drift av en dagvattendamm 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).

9 Slutsatser

Nedan sammanfattas slutsatserna från rapporten:

- Vid exploatering av åkermarken till ett skol-, idrotts- och bostadsområde kommer avrinningen från området att öka från ca 150 l/s till ca 1 500 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn.
- Exploateringen kommer att medföra att transporten av närsalter, metaller och andra ämnen kommer att förändras. Mängderna av alla ämnen utom kväve och suspenderat material ökar utan införda dagvattenåtgärder.
- Två principiella alternativ för dagvattenhantering har tagits fram, ett med lokal hantering i nära anslutning till respektive yta som ger upphov till dagvattnet (LOD) och ett där dagvattnet från hela planområdet leds till en samlande dagvattendamm.
- I båda alternativen är anläggningarna valda samt dimensionerade för att bidra med rening av dagvattnet. Båda alternativen ger en god möjlighet till rening samt så kan båda alternativen utformas eller kompletteras för att även medföra utjämning av dagvattnet så att utgående flöde inte ökar jämfört med nuläget vid ett 20-årsregn.
- Båda alternativen innebär en långtgående rening. I alternativet med LOD är mängderna lika med eller lägre (inom ett avrundningsfel) nuläget för alla ämnen. I alternativet med dagvattendammen överstiger mängderna av kadmium och nickel fortfarande nulägets mängder. Det har i beräkningarna dock inte tagits med rening i den föreslagna torra dammen för något av alternativen.
- För att minska belastningen på recipienten ytterligare finns det olika alternativ för en än mer långtgående rening och 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 alternativen med LOD respektive dagvattendamm.
 - I alternativet med LOD är inga åtgärder för den icke hårdgjorda skolgården samt för parkmarken antagna. Om rening av dagvattnet som avrinner från även

de ytorna införs minskar utgående mängder något jämfört med redovisade mängder.

- Den översiktliga kostnadsjämförelsen visar att LOD-åtgärderna är betydligt mer kostsamma (investeringskostnad) än en dagvattendamm. Om istället merkostnaderna för LOD-åtgärderna (jämfört med en konventionell utformning av planområdet) jämförs med anläggningskostnaden för en dagvattendamm ligger investeringskostnaderna inom samma storleksordning. Detta då kostnader för träd, tak, planteringar m.m. oavsett dagvattenhantering eller inte belastar ett nybyggnationsprojekt.
- 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.
- Befintligt dikesföretag är aktivt och behöver hanteras vid en planläggning.
- Parallellt med dagvattenutredningen har det pågått en dagvattenutredning. För att säkerställa säkra schaktdjup och släntlutningar föreslås den uppdateras något, se även resonemang i del 2.

10 Referenser

- 1ST CLAES GRÄV & PUMPMONTAGE AB, 2016. Offert för byggande av dämme (m.m) Storkällan, Naka församling.
- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten AB, Nr. 2016–05.
- EKOLOGGRUPPEN, 2016. *Fördröjning av dagvatten inom befintlig bebyggelse i Östra Lund*.
- GOOGLE, u.å. *Google earth pro*. Google.
- JAN-ERIK LARSSON (WSP), 2020. Kostnader dagvattenanläggningar Rosendal.
- 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=7807aadc2ab547798a2918cf2433c0f3>.
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2020. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7b933d2ea9084c4dab4bfe38dd87f7ec>.
- 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 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, 2010. *P110 Bilaga 10.6a*.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021a. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Norra) - Bro*.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021b. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Södra) - Bro*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2019. *Checklista för Dagvattenutredningar*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2021. Plankarta Kockbacka gärde.
- 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-Görväln [internet]. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA11895268> [Hämtad 2020-4-20].

WRS AB, 2016. *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. Nr. 2016-0915-A.
WRS AB, 2019. *Uppsala dagvattenplan*.