



# Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2

**Upplands-Bro kommun**

Granskningsversion 1.0, 2021-03-04

TITEL	Dagvattenutredning Kockbacka gårde del 2. Åtgärdsförslag för att minska flöden och föroreningsbelastning från hela avrinningsområdet
RAPPORTNUMMER	2021-1617-B
BESTÄLLARE	Upplands-Bro kommun. Anna Duarte och Lina Wallenius
UPPDRAGSANSVARIG	Tova Forkman Fahlgren, WRS
FÖRFATTARE	Tova Forkman Fahlgren och Preetam C. Hernefeldt, WRS
GRANSKNING	Maja Granath, WRS
UTGÅVA/STATUS	Granskningsversion 1.0
DATUM	2020-03-04
OMSLAGSBILD	Preetam C. Hernefeldt, WRS

## Innehåll

1	Inledning .....	4
2	Förutsättningar .....	5
2.1	Nordvästra avrinningsområdet och nuvarande markanvändning .....	5
2.2	Nuvarande dagvattenhantering .....	7
2.3	Ledningskonflikter och andra begränsningar .....	8
2.4	Geotekniska och hydrogeologiska förhållanden.....	9
2.5	Dimensionerande flöden från avrinningsområdet .....	10
2.6	Flöden från Kockbackadammen .....	10
2.7	Transport av närsalter och andra förorenande ämnen.....	10
2.8	Önskemål från kommunen.....	11
3	Dimensionering av dagvattendammar .....	11
4	Förslag på utformning av damm och diken.....	12
4.1	Inledande sedimentationsdamm .....	13
4.2	Meandrande huvuddike .....	14
4.3	Avslutande dagvattendamm .....	14
4.4	Tillflöde från planerat skolområde och från Kockbackadammen .....	15
4.5	Säkerhetsaspekter .....	15
4.6	Schaktmassor och gestaltning av närområdet .....	16
4.7	Växtetablering och biologisk mångfald .....	16
4.8	Föroreningsreduktion.....	17
5	Översiktliga kostnader .....	17
6	Sammanställning av fortsatta utredningsbehov .....	18
	Referenser.....	18
	Bilaga 1. Stormtac in- och utdata	
	Bilaga 2. Exempelbilder på blågröna parkstråk	

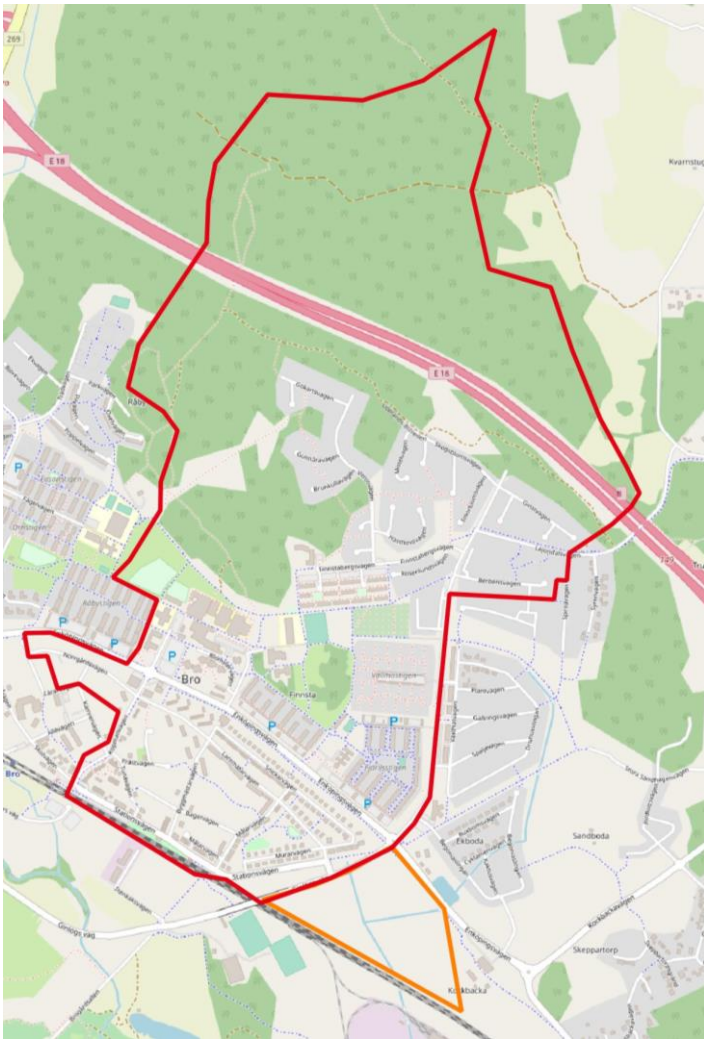
# 1 Inledning

Upplands-Bro arbetar just nu med en detaljplaneprocess för fastigheten Härnevi 8:10 och Kockbacka 2:1 i närheten av centrala Bro. Inom detaljplaneområdet går ett större dike i nord-sydlig riktning som avleder dagvatten från avrinningsområdet norr om detaljplaneområdet samt tar emot åkermarksdräneringen. I samband med planerad exploatering inom planområdet utreder Upplands-Bro kommun hur dagvattnet från avrinningsområdet nordväst om planområdet även i fortsättningen kan avledas genom men också renas inom planområdet.

Som en del av planläggningsarbetet har WRS AB fått i uppdrag att utreda dagvattenfrågorna och visa hur dagvatten, både från själva planområdet men även från avrinningsområdet nordväst om planområdet, kan hanteras inom området. Uppdraget är indelat i två delar, där denna rapport är resultatet av utredningsarbetet i del 2. Del 2 har innefattat en grov uppskattning av dimensionering, förslag till utformning, tillförsel och avledning av dagvattnet från det tekniska avrinningsområdet norr om planområdet. Utöver det har det även ingått att översiktligt ge förslag på ett gemensamt avledningssystem med dagvatten från bebyggelsen som planeras inom planområdet och tillflödet från den befintliga Kockbackadammen. Kockbackadammen ligger öst om planområdet och dammens utlopp leds till ett tvärgående dike inom planområdet innan det ansluts till det större diket som löper genom planområdet.

Del 1 är genomförd och resulterade i förslag på rening och utjämning av dagvatten som uppstår i och med den tänkta exploateringen inom planområdet (WRS AB, 2021).

I Figur 1 redovisas det nordvästra avrinningsområdet samt planområdet.



Figur 1. Avrinningsområdet norr om planområdet markerat med rött, planområdet (utredes i del 1) markerat i orange. Uppgift om avrinningsområdet hämtad från underlag från Upplands-Bro kommun. Källa underliggande bild: OpenStreetMap.

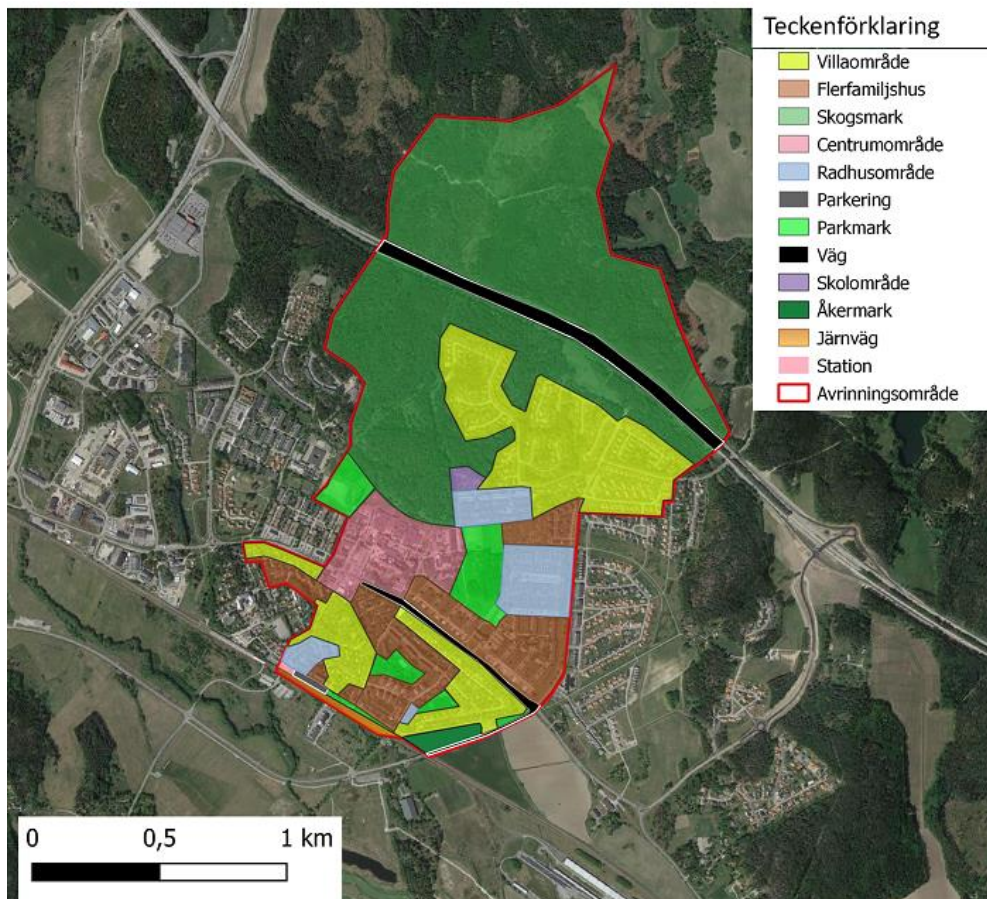
## 2 Förutsättningar

### 2.1 Nordvästra avrinningsområdet och nuvarande markanvändning

Avrinningsområdet är cirka 270 ha stort. Ungefär hälften av avrinningsområdet utgörs av skogsmark som inte ingår i det tekniska avrinningsområdet. I uppdraget ingår att framförallt utreda dagvattenhanteringen för det tekniska avrinningsområdet. Det tekniska avrinningsområdet är den del av avrinningsområdet som via brunnar och ledningar leds ut i det stora diket som rinner genom planområdet (även kallat ”kron diket” eller ”huvuddiket”, diket är en del i befintligt markavvattningsföretag).

Markanvändningen i avrinningsområdet består idag till en tredjedel av villaområden och flerfamiljshusområden. Övriga ytor inom det tekniska avrinningsområdet består av radhusområde, centrumområde, parkmark, vägar, parkering, skolområde, åkermark, järnvägsstation och järnväg, se Figur 2 och Tabell 1. Markkarteringen är genomförd utifrån kartlager från Upplands-Bros kommun samt något fördjupad utifrån ortofoto.





Figur 2. Dagens markanvändning, markkartering genomförd av WRS utifrån kartlager från Upplands-Bro kommun. Bakgrundsbild OpenStreetMap (OpenStreetMap Foundation, 2020).

Tabell 1. Markanvändning inom avrinningsområdet. Bedömt utifrån kartlager från Upplands-Bro kommun samt något justerad utifrån ortofoto

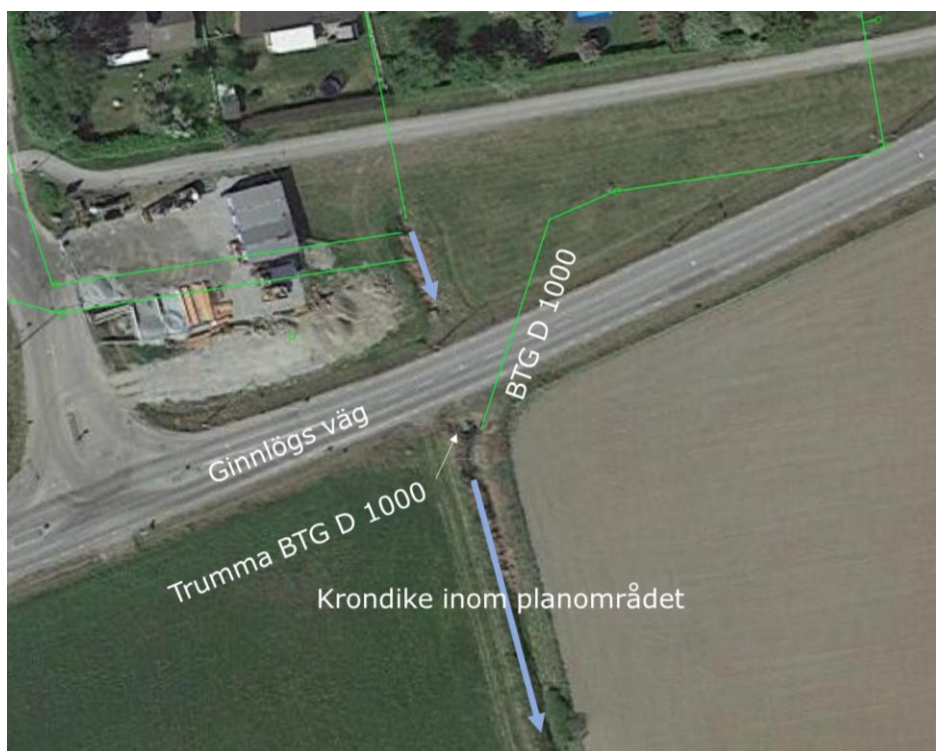
Markanvändning	Area (ha)	$\Phi$ (-)	Reducerad area (ha)
<i>Nuläge</i>			
Villaområde	53	0,25	13
Flerfamiljshusområde	28	0,5	14
Skolorråde	1,1	0,5	0,5
Radhusområdet	14	0,4	6
Centrumområde	15	0,7	10
Ginnlögs väg	0,4	0,8	0,3
Enköpingsvägen	2	0,8	1,7
Motorväg E 18	8	0,8	6
Åkermark	2	0,05	0,1
Parkmark	12	0,1	1
Parkering	0,4	0,8	0,3
Järnväg	1,4	0,4	0,5
Stationsområde	0,2	0,4	0,1
Skogsområde	130	0,1	13
<b>Totalt inkl. skog</b>	<b>270</b>	<b>0,25</b>	<b>70</b>
<b>Totalt exkl. skog</b>	<b>140</b>	<b>0,40</b>	<b>55</b>

## 2.2 Nuvarande dagvattenhantering

Dagvattnet från det tekniska avrinningsområdet leds i dagsläget via ledningar ut i diket som passerar genom planområdet, se Figur 4 och Figur 3. Dagvattnet från delar av det tekniska avrinningsområdet leds in i diket direkt norr om Ginnlögs väg och passerar sedan under vägen i en trumma (betong, diameter 1000 mm). Dagvattnet från en del av det tekniska avrinningsområdet leds via ledning in i diket direkt söder om Ginnlögs väg (dagvattenledning i betong, diameter 1000 mm).

Det befintliga dagvattenledningsnätet inom avrinningsområdet har bitvis bra kapacitet även vid större regn så som 20-årsregn. Det kan dock uppstå marköversvämningar på flertalet platser redan vid mindre regnevent, så som 5-årsregn (VA-avdelningen Samhällsbyggnadskontoret, Upplands-Bro kommun, 2021). Utgångspunkt i denna utredning har varit att befintligt ledningsnät kvarstår i nuvarande form, men vissa ledningar uppströms kan komma att dimensioneras upp (VA-avdelningen Samhällsbyggnadskontoret, Upplands-Bro kommun, 2021).

Det finns i befintlig bebyggelse, inom avrinningsområdet, inga direkta dagvattenhanteringsåtgärder som bidrar till fördröjning eller rening av dagvattnet. Den rening som sker av vattnet sker i krondiket inom planområdet. Det har i utredningen inte utretts om dagens utformning av diket även bidrar med flödesutjämning eller enbart viss rening och avledning. Troligtvis bidrar diket med viss fördröjning av större flöden men då befintliga utloppsledningar är lika stora som inloppsledningarna har diket idag framförallt en funktion som avledning av dagvattnet samt såklart avledning av dräneringen från åkermarken inom planområdet.



Figur 3. Översikt över delar av befintligt dagvattennät som leds in i krondiket genom planområdet. Källa ledningsnät: Upplands-Bro kommun. Källa ortofoto: Google maps.





*Figur 4. Bilden visar inloppet till krandiket som passerar genom planområdet. Fotot är taget från Ginnlögs väg söderut. I bild ses trumman som passerar under Ginnlögs väg från den lilla dikessnutten norr om vägen samt utloppet dagvattenledning från del av det tekniska avrinningsområdet. Trummorna är av samma dimension med en innerdiameter på 1000 mm.*

Skogsområdet antas inte bidra med något större utgående flöde till dagvattenledningsnätet, men ett visst basflöde kan antas tillföras även från skogsmarken till ledningsnätet. Nederbörden som faller i skogsområdena antas tas upp av träden i stor utsträckning men även infiltrera i marken.

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

### **2.3 Ledningskonflikter och andra begränsningar**

Längs med befintligt krandike löper ett ledningspaket med VA-ledningar (Upplands-Bro kommun, 2020). Ledningspaketet planeras ligga kvar i dagens läge vilket innebär att hänsyn behöver tas till dem och deras ledningsrätt och skyddsavstånd. Diken eller dammar bör inte förläggas närmre än fyra meter från ledningarna. Det bör utredas vidare hur en omdragning av krandiket kan passera ledningspaketet om diket ska dras längre västerut sett till dagens läge. Lämplig lösning beror på ledningspaketets läge i förhållande till markytan och dikesbotten.

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.

Mellan brandstationen och krandiket löper ett ledningspaket med VA-ledningar inkl. dagvattenledning. Hänsyn behöver tas till dem och deras ledningsrätt och skyddsavstånd. Dagvattenledningen ansluter till krandiket strax innan utloppet i trummorna under järnvägen.



Längs med planområdet västra kant löper järnvägen. Hänsyn bör tas till den eventuella sättningsproblematik som kan uppstå vid schaktning nära järnvägen samt så bör hänsyn tas även till eventuella behov av åtkomst till banvallen och spåren för underhåll etc. Genomförd geoteknisk utredning (se avsnitt 2.4 nedan) har inte angivet något rekommenderat minsta avstånd för arbeten i anslutning till järnvägen. Med tanke på sociala aspekter, och önskemålen om att dagvattnet ska lyftas fram och bli en tillgång för de som rör sig i den planerade parken kan även avståndet till järnvägen beaktas då den kan ge ett störande intryck. Det planeras dock att anläggas bullervallar längs med hela järnvägen med en höjd på cirka fyra meter vilket bör begränsa syn- och hörselintrycken för människor som uppehåller sig i området.

## 2.4 Geotekniska och hydrogeologiska förhållanden

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. 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 m 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. Vi föreslår att detta utreds vidare samt gör bedömningen att behovet av jordförstärkning även beror på dagvattendammens utformning och inte bara dess storlek.

Grundvattenytans trycknivå ligger i södra delen av området ca 0,4–0,8 m 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. Däremot kan grundvattnets trycknivå medföra bottenuppträckning om inte ett tillräckligt stort lerdjup sparas under framschaktade damm- och dikesbottnar. Detta föreslås utredas närmre i kommande skeden.

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.

## 2.5 Dimensionerande flöden från avrinningsområdet

Flödet från avrinningsområdet bestäms av kapaciteten i trummorna om mynnar i krongiket. Det rör sig dels om trumman under Ginnlögs väg och dels dagvattenledningen som ansluter till krongiket söder om Ginnlögs väg. Vid vidare utformning och dimensionering av nytt dike, nya ledningar samt dagvattendammar bör hänsyn tas till kapaciteten i dem.

## 2.6 Flöden från Kockbackadammen

Öster om planområdet, i anslutning till Enköpingsvägen finns en befintlig dagvattendamm, Kockbackadammen. Till den avleds dagvatten från bostadsområdet som ligger nordost om Kockbackadammen. Vattnet som passerat Kockbackadammen leds i nuläget via ledning under Enköpingsvägen till befintligt tvärgående dike genom planområdet, se Figur 5. Samma sak gäller här, vid vidare utformning och dimensionering av nytt dike och ev. nya ledningar bör hänsyn tas till kapaciteten i befintlig utloppsledning.



Figur 5. Översikt utlopp från Kockbackadammen som leds in i det tvärgående diket genom planområdet (som sedan ansluts till krongiket). Källa ledningsnät: Upplands-Bro kommun. Källa ortofoto: Google maps.

## 2.7 Transport av närsalter och andra förorenande ämnen

Den dagvattenburna transporten av närsalter, metaller och andra ämnen har beräknats för avrinningsområdet, både med och utan skogsmarkens eventuella bidrag.

Belastningsberäkningarna har genomförts i Stormtac web v. 20.2.2 och resultatet redovisas i Tabell 2.

Modellen använder sig av avrinningskoefficienter och schablonhalter som är markanvändningsspecifika. Det bör noteras att nedan redovisade mängder och halter ska ses

som en indikation och ungefärliga till följd av osäkerheter i beräkningarna. Se Tabell 1 för använd markanvändning. Beräkningarna är genomförda med utgångspunkt i nulägets markanvändning inom avrinningsområdet. I bilaga 1 återfinns även använd indata och erhållna utdata från Stormtac. Om andra dagvattenåtgärder planeras inom avrinningsområdet kommer det att påverka föroreningsbelastningen via dagvattnet in till planområdet. Det samma gäller om det planeras för exploatering inom avrinningsområdet. Om exploatering inom avrinningsområdet planeras föreslås lokal hantering av dagvattnet inom respektive detaljplan, dels för att det oftast är enklare att omhänderta vattnet nära källan vid nybyggnation och dels för att inte öka belastningen på planerade dammar.

Tabell 2. Resultat från belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.20.2.2

Ämne	Nuläge utan skogsmark [kg/år]	Nuläge med skogsmark [kg/år]
Fosfor (P)	71	82
Kväve (N)	610	760
Bly (Pb)	4,2	5,0
Koppar (Cu)	8,3	9,8
Zink (Zn)	34	38
Kadmium (Cd)	0,19	0,22
Krom (Cr)	2,5	2,8
Nickel (Ni)	2,5	3,0
Suspenderat material (SS)	20 000	26 000
Bens(a)pyren (BaP)	0,017	0,018

## 2.8 Önskemål från kommunen

Planerad exploatering inom planområdet utgörs av dels en skola med tillhörande ytor, ett idrottsområde samt ett bostadsområde. Bebyggelsen planeras till den norra och nordvästra delen av planområdet. I den södra delen av planområdet planeras för en park. Önskemål från Upplands-Bro kommun har varit att lyfta fram vattnet för att nyttja det, om möjligt, i gestaltningen i parken.

Upplands-Bro kommun har uttryckt önskemål om att bibehålla ett öppet dike, det så kallade krongiket, men att istället för ett uträdat dike meandra diket. Ur säkerhetsskäl finns också önskemål om att förlägga det nya diket längre bort från planerade skolbyggnader, det innebär att diket behöver flyttas längre västerut. En flytt västerut innebär dock en ledningskonflikt med befintligt VA-ledningspaket då dagvattnet i så fall behöver korsa det på två ställen. Detta föreslås utredas vidare.

## 3 Dimensionering av dagvattendammar

Vid dimensionering av dagvattendammars permanenta vattenyta för att uppnå en så kostnadseffektiv rening som möjligt eftersträvas ytor som motsvarar 1,5–2 % av tillrinningsområdets reducerade area (Pettersson, 1999). I praktiken finns sällan så stora ytor att använda utan ytor motsvarande 0,5–1 % av avrinningsområdets reducerade area brukar anses vara rimliga ur kostnads- och reningsperspektiv.

I Tabell 3 redovisas ytbehov för permanent vattenytan och vilken permanent vattenvolym det motsvarar för en damm avsedd för rening av dagvattnet från det tekniska avrinningsområdet.



Utöver ytan för permanent vattenyta tillkommer yta för slänter och utrymme i anslutning till dammarna för skötsel och drift.

*Tabell 3. Yt- och volymbehov för dagvattendamm avseende rening av dagvatten från det tekniska avrinningsområdet. Den permanenta vattenvolymen är beräknad utifrån ett genomsnittligt vattendjup på 1 meter*

	Motsvarande andel av avrinningsområdets reducerade area		
	0,5 %	1 %	2 %
<b>"Permanent" vattenyta (m<sup>2</sup>)</b>	2 700	5 500	10 900
<b>"Permanent" vattenvolym (m<sup>3</sup>)</b>	2 700	5 500	10 900

Sedimentationsdammar bör ha ett genomsnittligt "permanent" vattendjup på ca 1 m. Vid anläggande av dammar motsvarande 1 % av reducerad tillrinnande area och med ett medeldjup på ca 1 m kan en reningseffekt på upp mot 90 % avseende suspenderat material förväntas (Pramsten, 2010). I samma studie erhålls även att dammar med en sådan storlek har en reningseffekt upp mot 80 % avseende fosfor. Dock varierar reduktionen i de undersökta dammarna stort och andra aspekter utöver storleken i förhållande till avrinningsområdets reducerade area påverkar också reduktionen. I en omfattande utvärdering av ett flertal dagvattendammar i regionen (Andersson m.fl., 2012) visades bra reningseffekt även i dammar/våtmarker som var runt 0,5 % av avrinningsområdet.

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 fluktuerar. Det som här menas med det permanenta vattendjupet är den normalvattenyta som dammen dimensioneras för.

## 4 Förslag på utformning av damm och diken

Hanteringen av dagvatten från befintlig bebyggelse inom avrinningsområdet föreslås leda till en inledande sedimentationsdamm, som placeras i den norra delen av planområdet. Sedimentationsdammens utlopp övergår i ett meandrande dike som sedan leds in i en avslutande dagvattendamm med två eller fler zonindelningar. Utloppet från den avslutande dammen leds till befintligt dike och utloppsledning under järnvägen. Se utformningsförslag i Figur 6.

Placeringen har utgått från placeringen av skolan och bostadsområdet samt utifrån befintlig marknivå och lutning. Utformningen har utgått från dimensionering av dagvattendammar för rening samt de geotekniska förutsättningarna. Angivet förslag på placering och utformning har haft sin grundtanke i att placera vattenstråken och dammarna i de naturliga lågpunkterna i området, detta för att minska risken för att skapa instängda områden. Placeringen och utformningen som anges är enbart förslag. Förslaget bör arbetas vidare med och anpassas till placering av byggnader och önskemål kring parkområdets utformning och olika funktioner.

Observera att både diken och dammar då och då kan komma att torrläggas eftersom vattentillgången påverkas av nederbörden och avdunstningen i avrinningsområdet vilken fluktuerar under året. Observera också att i de fall dammarna schaktas fram med en botten under utgående vattengång kommer de inte att kunna tömmas med självfall. Om de behöver tömmas vid till exempel skötselåtgärder måste det ske med dränkbara pumpar.

Framtaget förslag på utformning och placering återges i Figur 6.



Figur 6. Översiktligt förslag på placering och utformning av dagvattensystemet med dammar och diken. Dammarna är dimensionerade för hantering av dagvatten från det tekniska avrinningsområdet samt omhändertagande av avledningen av redan renat dagvatten från planerad exploatering och den befintliga Kockbackadammen.

#### 4.1 Inledande sedimentationsdamm

Den inledande dammen utformas med större vattendjup för att rymma grövre, mer volymkrävande sediment. Sedimentationsdammens något större vattendjup medför även en öppen vattenspegel som inte riskerar att växa igen. För effektiv drift och skötsel anläggs en serviceväg fram till sedimentationsdammen så att denna lättare kan rensas från sediment.

Föreslagen placering har följande fördelar:

- Vattnet genomgår en inledande rening innan det leds i ett öppet dike genom planerat bostadsområde. Vattnet kommer då både vara och uppfattas som renare och medför ingen olägenhet för de boende i området.
- Enklare åtkomst, via Ginnlögs väg, vid drift och service. Genom att anlägga en inledande sedimentationsdel förväntas den huvudsakliga sedimentationen av partiklar ske här och nedströms liggande delar av dike och dammsystem blir inte lika belastade och behöver inte rensas lika ofta.
- Den öppna vattenspegeln kan även bli till glädje för trafikanter som passerar längs med Ginnlögs väg.

Om det är möjligt kan sedimentationsdammen även placeras utanför planområdet, norr om Ginnlögs väg. Detta har inte utretts vidare i denna utredning då en förutsättning var att föreslagna anläggningar skulle ligga inom planområdet.

Dammen föreslås schaktas fram och normalvattenytan föreslås anpassas till befintlig dikesbotten i krongiket och vattengången i trummorna där de ansluter till krongiket.

Det innebär en normalvattenyta på ca + 6,3 meter (RH2000). Befintlig markyta är ca +8–8,5 meter på platsen. Normalvattenytan hamnar då ca 2 meter under befintlig marknivå, i höjd med nulägets läge på dikesbotten. För att uppnå ett vattendjup på minst 1 meter (gärna 1,5 meter om möjligt) behöver dammens botten schaktas ner till + 5–5,5 meter (RH2000). Den geotekniska utredningen har inte undersökt förutsättningarna för så djupa schakter vilket bör utredas vidare (schaktdjup ner på minst 3 meter under befintlig markyta bör utredas).

Ett annat alternativ till att schakta så djupt är att dämna upp vattnet för att få en normalvattenyta som ligger på en högre nivå. Att dämna upp vattennivån högre än +6,3 innebär dock att det kommer att stå vatten i befintlig trumma under Ginnlövs väg och eventuellt även i uppströms liggande ledningsnät, det är inget som rekommenderas i nuläget. Att dämna upp vattnet medför även en påverkan på den befintliga dräneringen av marken, beroende på höjden på dräneringsledningarna i åkermarken.

## 4.2 Meandrande huvuddike

Sedimentationsdammens utlopp övergår i ett meandrande dike som passerar genom planerat bostadsområde. Det föreslås att det inom bostadsområdet anläggs spänger, broar eller annat för att skapa ett antal möjligheter att passera diket. Även i diket sker viss rening genom filtrering i vegetationen, och beroende på vattenföring och vattendjup, även genom sedimentation.

Diket kan sektioneras och utformas med möjlighet till flödesutjämning vid stora flöden. Det kan t.ex. göras genom att anlägga så kallade hålldammar där vattnet fylls upp till en viss nivå innan det rinner vidare över t.ex. ett dämme. För att inte riskera långvariga stillastående vatten inom bostadsområdet bör det eventuellt läggas en dräneringsledning i botten vid hålldammarna så att de sakta kan tömmas på självfall.

För att inte orsaka problem uppströms bör en ny utformning av krongiket fortfarande medföra att minst den vattenföring som diket har idag fortfarande är möjlig efter omledning av diket. Dikets bottennivå och lutning bör även anpassas till utformningen av den inledande sedimentationsdammen och den avslutande dagvattendammen.

Dagvattenhanteringen inom bostadsområdet är inte utredd (fanns inte med i planen vid utförandet av del 1) men bör förslagsvis anslutas, efter föregående rening i form av LOD, till diket för avledning. Marken bör höjdsättas så att den lutar ner mot diket för att möjliggöra ytliga avrinningsvägar för att motverka risker med översvämning.

## 4.3 Avslutande dagvattendamm

Efter diket anläggs en avslutande dagvattendamm. Dagvattendammen bör ha minst ett grundare område och ett djupare område med avseende på att uppnå en god reningseffekt. Förslagsvis är dammen indelad i tre zoner, en inledande djupare del för ytterligare rening genom sedimentation, en grundare del som bidrar med filtrering och rening av mindre partiklar samt en avslutande djupare del, en klarvattendamm.

Den avslutande delen, klarvattendammen, anläggs med tanke på estetiska och pedagogiska syften. Här kan besökare uppleva att vattnet har renats genom att vattnet ser klart och rent ut. Även för driftpersonal kan klarvattendammens siktdjup och vegetation ge indikation på dammens funktion.

Dammen föreslås schaktas fram och normalvattenytan föreslås anpassas till befintlig dikesbotten i krongiket och vattengången i trummorna där de leds ut från planområdet, in under järnvägen. Det innebär en normalvattenyta på ca + 5,5 meter (RH2000). Befintlig markyta är ca



+7 meter på platsen. Det innebär att normalvattenytan kommer att hamna ca 1,5–2 meter under befintlig markyta. För att uppnå ett vattendjup på minst 1 meter (gärna 1,5 meter om möjligt) behöver dammens botten schaktas ner till +4–4,5 meter (RH2000). Det, i kombination med säkerhetsaspekterna med flacka slänter, medför att det kommer att skapas stora mängder schaktmassor.

Den geotekniska utredningen har inte undersökt förutsättningarna för så djupa schakter vilket behöver utredas vidare (schaktdjup ner på minst 3 meter under befintlig markyta bör utredas i kombination med flacka slänter (1:3 eller flackare)).

Ett annat alternativ till att schakta så djupt är att dämna upp vattnet för att få en normalvattenyta som ligger på en högre nivå. I den avslutande dammen skulle förslagsvis en dämning kunna göras till en nivå på ca +6,0 meter. Det medför dock att det kommer kunna stå vatten i uppströms liggande diken upp till den nivån. Att dämna upp vattnet medför även en påverkan på den befintliga dräneringen av marken, beroende på höjden på dräneringsledningarna i åkermarken.

#### **4.4 Tillflöde från planerat skolområde och från Kockbackadammen**

I del 1 togs det fram förslag på dagvattenhantering för det planerade skol- och idrottsområdet. Det föreslogs att dagvattnet skulle tas omhand lokalt i ett första steg med t.ex. gröna tak, träd i skelettjordar, planteringar, nedsänkta multifunktionella ytor med mera. Förslagsvis leds dräneringen från de anläggningarna till ett grunt skålat svackdike som sedan leder vattnet vidare mot dagvattendammen i söder. Det bör utredas vidare om det är möjligt höjdmässigt. Annars kan dräneringen från LOD-anläggningarna anslutas till ett av de större, meandrande diken och ett grunt svackdike fungera som avledning av ytavrinnande vatten vid höga flöden.

Dagvattnet kommer, om LOD implementeras, att vara renat och fördröjt. Att lyfta fram vattnet kan därmed bidra till pedagogiska värden. Höjdsättningen av området föreslås att möjliggöra ytledes avrinning av det vatten som inte leds ner i dagvattenanläggningar (t.ex. vid större regnevent än vad dagvattenanläggningarna inom skolområdet är dimensionerade för).

Utloppet från Kockbackadammen är idag anslutet, via en dagvattenledning under Enköpingsvägen, till det tvärgående diket inom planområdet. Diket föreslås flyttas och meandras genom det planerade parkområdet. Även här kan diket sektioneras och utformas med möjlighet till flödesutjämning vid stora flöden. Det kan t.ex. göras genom att anlägga så kallade hålldammar där vattnet fylls upp till en viss nivå innan det rinner vidare över t.ex. ett dämme.

För att inte orsaka problem uppströms bör även en ny utformning av diket som avleder vatten från Kockbackadammen fortfarande medföra att minst den vattenföring som diket har idag fortfarande är möjlig efter omledning av diket.

#### **4.5 Säkerhetsaspekter**

För att minska fall- och drunkningsrisker utformas slänterna runt om de djupare partierna i de båda dammarna med flack lutning (1:3 eller flackare) 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 den avslutande dammen i söder föreslås att släntlutningen och bredden på hyllan varieras 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 slänthlutning 1:2 eller flackare.

Slänterna längs med det meandrande krong diket och det anslutande diket från Kockbackadammen bör också vara flacka, med en slänthlutning 1:3 eller flackare. Även här kan slänthlutningen varieras längs med dikets 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).

#### **4.6 Schaktmassor och gestaltning av närområdet**

Schaktmassorna som uppstår bör användas för gestaltning av området, om så bedöms som lämpligt utifrån den geotekniska och eventuellt en markmiljöteknisk utredning. Schaktmassorna bör även användas för att fylla igen befintliga diken.

Den översta mullhaltiga matjorden bör omhändertas separat, så eventuellt även den underlagrande torrskorpeleran. Matjorden bör efter gestaltning av området spridas ut för att medverka till en snabbare växtetablering på kullar och slänter. Tolkningsen av den geotekniska utredningen som Treeline Consulting AB har genomfört är att leran kan användas för att bygga kullar med en höjd om ca 1 meter. Det kommer att ske sättningar över tid, men det kan anses av mindre vikt i ett parkområde. Vid behov kan kullarna fyllas på med mer massor efter hand.

Upplands-Bro kommun föreslås rådgöra med geoteknikerna kring om torrskorpeleran kan användas för att bygga mer på höjden än vad den underlagrande leran kan användas till.

#### **4.7 Växtetablering och biologisk mångfald**

Anläggandet av dammar och fler meandrande diken kommer att tillföra öppna vattenytor och fuktiga strandzoner till området. Sådana miljöer kommer att gynna bland annat insekter, groddjur och andra akvatiska organismer. De olika blöta miljöerna kommer även gynna olika typer av fuktanpassad växtlighet. Det föreslås att den naturliga fröbanken nyttjas genom återförande av matjord på framschaktade lerslänter. Frön och våtmarksväxter kan även tas in från näraliggande lokaler, förslagsvis Kockbackadammen. Eventuella kommersiella frön och pluggplantor bör väljas utifrån den lokala floran.

Slänterna bör sås in med lämpliga växter (ängsblandning) som trivs i fuktiga och våta miljöer. På utvalda platser bör även våtmarksväxter sås in/planteras i ruggar. Växter som lockar olika insekter och fjärilar och pollinerare bör prioriteras.

För att göra vattenstråken mer levande och gynna en större biologisk mångfald föreslås att stråket utformas med olika intensiv gestaltning längs olika sträckor. Förslagsvis kan även utformningen av botten (varierande mjuk botten, stensatt botten, sandbotten etc.) och slänterna utformas olika längs med dikesstråken.

För att undvika att arter som t.ex. kaveldun tar över hela stråket är det viktigt att etableringen av önskvärda arter sker snabbt och följs upp noga de första säsongerna. Val av arter och

växtetableringsplan bör utredas i samband med projekteringen. Det är också viktigt att inte få med invasiva eller andra oönskade våtmarksarter, t.ex. jättegröe.

Längs med diken och dammarna bör det planteras buskar och träd på vissa sträckor. Detta för att medföra även skuggade vattenpartier och skydd mot vind.

Diket är, enligt uppgift från beställaren, biotopskyddad idag. Det innebär att det krävs en dispens för att förändra diket jämfört med nuläget.

I bilaga 2 återges ett antal exempelbilder på hur blågröna parkstråk har utformats på andra platser.

## 4.8 Föroreningsreduktion

Föroreningsreduktion i en dagvattendamm beror dels på föroreningshalter i inkommande dagvatten och dels på anläggningens utformning. Reduktionen av föroreningar har beräknats i Stormtac utifrån beräknade föroreningsmängder och -halter som alstras från tillrinningsområdet samt antagande om anläggningarnas storlek och former.

I nuläget genomgår dagvattnet från det tekniska avrinningsområdet ingen direkt rening, att anlägga en eller flera dammar medför därför en positiv effekt på utgående mängder till recipienten jämfört med nuläget, se Tabell 4. Använda in- och utdata i Stormtac återges i bilaga 1. I beräkningarna är det angivet en damm med en storlek motsvarande 1 % av det tekniska avrinningsområdets reducerade area (d.v.s. skogsområdet är inte medräknat).

*Tabell 4. Resultat från belastningsberäkningar genomförda i Stormtac web v.20.2.2. Tabellen visar föroreningsbelastningen från det tekniska avrinningsområdet (d.v.s. exkl. skogsområdet), reningspotentialen i ett dammsystem med vattenarea motsvarande ca 1 % av reducerad area och föroreningsbelastningen från det tekniska avrinningsområdet efter rening i en sådan damm*

Ämne	Förorenings- belastning i nuläget [kg/år]	Reningspotential i dagvattendamm [%]	Förorenings- belastning efter rening [kg/år]
Fosfor (P)	71	45	39
Kväve (N)	610	23	470
Bly (Pb)	4,2	57	1,8
Koppar (Cu)	8,3	47	4,4
Zink (Zn)	34	56	15
Kadmium (Cd)	0,19	42	0,11
Krom (Cr)	2,5	64	0,89
Nickel (Ni)	2,5	48	1,3
Suspenderat material (SS)	20 000	57	8 600

## 5 Översiktliga kostnader

Schablonmässigt kan anläggningskostnaden för en dagvattendamm förväntas vara ca 1,1 miljon kronor per 1 000 m<sup>2</sup> dammyta (WRS AB, 2019). Det skulle innebära en anläggningskostnad på ca 3–12 miljoner kronor för föreslagna dammar om de dimensioneras med en yta motsvarande 0,5-2 % av det tekniska avrinningsområdet reducerade area. I den kostnaden är även schakt och förflyttning inom området och viss gestaltning av massorna medtaget.

Kostnader för mer långtgående parkåtgärder, ledningsdragning m.m. tillkommer. Närmre precisering kan ske i det fortsatta planeringsarbetet och i projekteringskedde.



## 6 Sammanställning av fortsatta utredningsbehov

I rapporten är det angivet ett antal förutsättningar med mera som bör utredas vidare innan eller i samband med projektering av dagvattensystemet:

- De geotekniska förutsättningarna bör utredas vidare, framförallt för att få mer information om möjliga schaktdjup i förhållande till önskade släntlutningar och dammdjup.
- Möjligheten till att korsa befintligt VA-ledningspaket som sträcker sig längs med befintligt krondike.
- Möjligheten till att förlägga den inledande sedimentationsdammen norr om Ginnlögs väg för att inte ta mark i anspråk vid planerat bostadsområde och skolområde. Samt för att ha vatten som är renat redan innan det leds in i planområdet.
- Markavvattningsföretaget är aktivt och behöver hanteras både praktiskt och juridiskt.
- Angående hanteringen av dagvatten från skolområdet och bostadsområdet, kommer det att ske någon rening i t.ex. LOD-anläggningar eller ska rening av det vattnet även förläggas till dagvattendammen?
- Justerad placering av den avslutande dagvattendammen för att dels inte riskera att hamna för nära järnvägen sett till dess stabilitet men också för att möjliggöra enklare åtkomst för besökare i parkområdet.
- Behovet av fortsatt täckdikning/dränering av marken har inte utretts i denna utredning utan planens påverkan på täckdikena samt deras eventuella inverkan på sättningar bör utredas vidare.

Utöver det kan det även komma att behövas en anmälan om miljöfarlig verksamhet innan anläggandet av dagvattendammarna (då det handlar om dagvatten från tät bebyggelse) samt så kan det även behövas en anmälan till Länsstyrelsen om arbete i vattenverksamhet (schakt och fyllning i befintliga diken).

## Referenser

- ANDERSSON, J., OWENIUS, S., och STRÅE, D., 2012. *NOS-dagvatten: Uppföljning av dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner*. Svenskt Vatten Utveckling, Nr. 2012-02.
- MSB, 2013. *Guide till ökad vattensäkerhet - för kommuner och andra anläggningsägare*. Myndighetsrapport Nr. MSB249.
- OPENSTREETMAP FOUNDATION, 2020. OpenStreetMap © OpenStreetMaps contributors. Licens CC BY-SA.
- PETTERSSON, T., J., R., 1999. *Stormwater Ponds for Pollution Reduction*. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
- PRAMSTEN, J., 2010. *Avskiljningsförmåga hos dagvattendammar i relation till dammvolymer, bräddflöde och inkommande föroreningshalt*. Lund: SWECO Environment AB.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021a. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Norra) - Bro*.
- TREELINE CONSULTING AB, 2021b. *PM Geoteknik. Kockbacka gärde (Södra) - Bro*.
- UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2020. VA-karta.
- VA-AVDELNINGEN SAMHÄLLSBYGGNADSKONTORET, UPPLANDS-BRO KOMMUN, 2021. Ledningsnätet Upplands-Bro.
- WRS AB, 2019. *Uppsala dagvattenplan*.
- WRS AB, 2021. *Dagvattenutredning Kockbacka gärde*.



## Bilaga 1. – Stormtac in- och utdata

Version av StormTac: Web v20.2.2

Datum för körning: 2021-03-02.

Filnamn: 1617 Kockbacka gärde, föroreningsbelastning från hela avrinningsområdet.

### Indata

Tabell 1. Markanvändning inom avrinningsområde använt i Stormtac

Markanvändning	Area (ha)	Φ (-)	Reducerad area (ha)
Nuläge			
Villaområde	53	0,25	13
Flerfamiljshusområde	28	0,5	14
Skolområde	1,1	0,5	0,5
Radhusområde	14	0,4	6
Centrumområde	15	0,7	10
Ginnlögs väg (Väg 4*)	0,4	0,8	0,3
Enköpingsvägen (Väg 4*)	2	0,8	1,7
Motorväg E 18 (Väg 7*)	8	0,8	6
Jordbruksmark	2	0,05	0,1
Parkmark	12	0,1	1
Parkering	0,4	0,8	0,3
Järnväg (Banvall)	1,4	0,4	0,5
Stationsområde (Torg)	0,2	0,4	0,1
Skogsområde	130	0,1	13
<b>Totalt inkl. skog</b>	<b>270</b>	<b>0,25</b>	<b>70</b>

\* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn

### Föroreningstransport utan skogsområde

Tabell 2. Föroreningsmängder från hela avrinningsområdet (utan skogsområdet) (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
	Fosfor	Kväve	Bly	Koppar	Zink	Kadmium	Krom	Nickel	Suspenderat material	Benso(a)pyren
Föroreningsmängd	71	610	4,4	8,3	34	0,19	2,5	2,5	22 000	0,017
Absolut osäkerhet (+/-)	21	160	1,3	2,5	10	0,058	0,75	0,72	6 700	0,0052
Relativ osäkerhet (%)	29	27	31	30	30	31	31	28	30	30

Tabell 3. Föroreningshalter ( $\mu\text{g/l}$ ) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Torg	83	1910	2,6	16	31	0,18	3,4	2,1	8100	0,0093
Skolområde	264	1567	13	24	89	0,59	10	8,3	61210	0,043
Banvall	66	2051	2,3	20	41	0,020	2,6	3,7	12917	0,043
Jordbruksmark	169	4119	6,8	12	20	0,10	2,4	1,6	100000	0,0075
Parkmark	137	1121	3,2	7,4	16	0,16	1,7	1,5	17789	0,0045
Centrumområde	256	1822	18	20	129	0,89	4,5	8,0	91026	0,090
Flerfamiljshusområde	203	1562	13	26	87	0,58	10	8,2	60055	0,042
Radhusområde	185	1408	9,5	21	72	0,47	4,8	6,2	37072	0,040
Villaområde	159	1349	7,4	16	65	0,37	4,3	5,2	35190	0,038
Parkering	131	2285	28	38	133	0,42	14	14	131593	0,056
Väg 7	194	2284	20	42	190	0,41	12	9,2	109656	0,042
Väg 4	147	1974	6,3	25	48	0,28	7,7	6,3	77796	0,016

Tabell 4. Föroreningsmängder ( $\text{kg}/\text{år}$ ) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Torg	0,069	1,6	0,0022	0,013	0,026	0,00015	0,0028	0,0018	6,8	0,0000077
Skolområde	0,90	5,3	0,044	0,081	0,30	0,0020	0,035	0,028	208	0,00015
Banvall	0,31	9,8	0,011	0,098	0,20	0,000096	0,012	0,018	62	0,00020
Jordbruksmark	0,67	16	0,027	0,047	0,079	0,00040	0,0097	0,0063	397	0,000030
Parkmark	2,1	17	0,048	0,11	0,24	0,0024	0,025	0,023	268	0,000068
Centrumområde	16	111	1,1	1,2	7,9	0,054	0,27	0,49	5545	0,0055
Flerfamiljshusområde	17	131	1,0	2,2	7,3	0,049	0,85	0,69	5034	0,0035
Radhusområde	6,7	51	0,34	0,75	2,6	0,017	0,17	0,22	1334	0,0014
Villaområde	18	151	0,83	1,8	7,2	0,041	0,48	0,58	3942	0,0042
Parkering	0,27	4,8	0,058	0,079	0,28	0,00087	0,029	0,029	275	0,00012
Väg 7 (Enköpingsvägen (ÅDT 25 000))	7,9	93	0,80	1,7	7,7	0,017	0,49	0,38	4462	0,0017
Väg 4 (Ginnlögs väg och Enköpingsvägen (ÅDT 5 000))	1,6	21	0,068	0,27	0,52	0,0031	0,083	0,068	844	0,00017



## Föroreningstransport med skogsområde

Tabell 5. Föroreningsmängder från hela avrinningsområdet (inkl. skogsområdet) (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>SS</b>	<b>BaP</b>
Föroreningsmängd	82	760	5,0	9,8	38	0,22	2,8	3,0	26 000	0,018
Absolut osäkerhet (+/-)	24	190	1,5	2,8	11	0,067	0,86	0,85	7 900	0,0055
Relativ osäkerhet (%)	29	25	31	28	29	31	30	28	30	30

Tabell 6. Föroreningshalter (µg/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

<b>Markanvändning</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>SS</b>	<b>BaP</b>
Torg	83	1910	2,6	16	31	0,18	3,4	2,1	8100	0,0093
Skogs- och ängsmark	58	780	3,4	7,8	18	0,17	2,1	2,7	21453	0,0057
Skolområde	264	1567	13	24	89	0,59	10	8,3	61210	0,043
Banvall	66	2051	2,3	20	41	0,020	2,6	3,7	12917	0,043
Jordbruksmark	169	4119	6,8	12	20	0,10	2,4	1,6	100000	0,0075
Parkmark	137	1121	3,2	7,4	16	0,16	1,7	1,5	17789	0,0045
Centrumområde	256	1822	18	20	129	0,89	4,5	8,0	91026	0,090
Flerfamiljshusområde	203	1562	13	26	87	0,58	10	8,2	60055	0,042
Radhusområde	185	1408	9,5	21	72	0,47	4,8	6,2	37072	0,040
Villaområde	159	1349	7,4	16	65	0,37	4,3	5,2	35190	0,038
Parkering	131	2285	28	38	133	0,42	14	14	131593	0,056
Väg 7 (Enköpingsvägen (ÅDT 25 000))	194	2284	20	42	190	0,41	12	9,2	109656	0,042
Väg 4 (Ginnlögs väg och Enköpingsvägen (ÅDT 5 000))	147	1974	6,3	25	48	0,28	7,7	6,3	77796	0,016

Tabell 7. Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Torg	0,069	1,6	0,0022	0,013	0,026	0,00015	0,0028	0,0018	6,8	0,0000077
Skogs- och ängsmark	11	144	0,63	1,4	3,4	0,032	0,38	0,49	3967	0,0011
Skolområde	0,90	5,3	0,044	0,081	0,30	0,0020	0,035	0,028	208	0,00015
Banvall	0,31	9,8	0,011	0,098	0,20	0,000096	0,012	0,018	62	0,00020
Jordbruksmark	0,67	16	0,027	0,047	0,079	0,00040	0,0097	0,0063	397	0,000030
Parkmark	2,1	17	0,048	0,11	0,24	0,0024	0,025	0,023	268	0,000068
Centrumområde	16	111	1,1	1,2	7,9	0,054	0,27	0,49	5545	0,0055
Flerfamiljshusområde	17	131	1,0	2,2	7,3	0,049	0,85	0,69	5034	0,0035
Radhusområde	6,7	51	0,34	0,75	2,6	0,017	0,17	0,22	1334	0,0014
Villaområde	18	151	0,83	1,8	7,2	0,041	0,48	0,58	3942	0,0042
Parkering	0,27	4,8	0,058	0,079	0,28	0,00087	0,029	0,029	275	0,00012
Väg 7 (Enköpingsvägen (ÅDT 25 000))	7,9	93	0,80	1,7	7,7	0,017	0,49	0,38	4462	0,0017
Väg 4 (Ginnlögs väg och Enköpingsvägen (ÅDT 5 000))	1,6	21	0,068	0,27	0,52	0,0031	0,083	0,068	844	0,00017

### Föroreningsreduktion

Tabell 8. Indata för vald reningsanläggning; damm

Del av reducerat avrinningsområde	100	m <sup>2</sup> /ha <sub>red</sub>
Utflöde från permanent vattennivå	20	l/s
Dim. utflöde	1980	l/s
Maximalt utflöde	2000	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)	0	l/s

Tabell 9. Utdata för använd damm

Permanent vattenyta	$A_p$	4 900	$m^2$
Total regleryta	$A_{tot}$	6 300	$m^2$
Vegetationsyta	$A_w$	610	$m^2$
Permanent vattenvolym	$V_p$	4 700	$m^3$
Total vattenvolym	$V_{tot}$	13 000	$m^3$
Uppehållstid, total avrinning, årsmedel	$t_{d,tot}$	8	dygn
Uppehållstid, medelavrinning,	$t_{d,m}$	15	h
Dimensionerande regndjup, 20 (10-25) mm rekommenderas generellt,	$r_d$	9,5	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d,max}$	0,65	h
Hydraulisk effektivitet, (0-1), Översiktlig beräknad från längd:bredd	$e_h$	0,65	
Nedre reglervolym	$V_{d1}$	3600	$m^3$
Övre reglervolym	$V_{d2}$	4500	$m^3$
Andel vegetation	$S_w$	12	%
Tömningstid för $Q_{out1}$	$t_{out1}$	50	h
Längd vid permanent vattennivå	$L_1$	110	m
Längd vid maximal vattennivå	$L_2$	120	m
Bredd vid permanent vattennivå	$b_1$	46	m
Bredd vid maximal vattennivå	$b_2$	54	m
Diameter av lägre skibordshål	$D_{H1}$	0,093	m
Diameter av övre skibordshål	$D_{H2}$	1,7	m
Bottenbredd	$W_b$	34	m
Undre reglerhöjd	$h_{r1}$	0,69	m
Övre reglerhöjd	$h_{r2}$	0,76	m
Djup på våtmarkszonen	$h_w$	0,20	m
Permanent vattendjup	$h_p$	1,2	m
Nedre släntlutning	$Z_1$	1:3,0	
Övre släntlutning	$Z_2$	1:3,0	
Tvårsnittsarea	$A_{cross}$	120	$m^2$
Vattenhastighet vid $Q_{dim}$ *	$V_{c,p}$	0,11	m/s

Tabell 10. Reningseffekter från Stormtac med ovan angivna och erhållna in- och utdata. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data). Grön markering=hög säkerhet, gul markering=medel säkerhet

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Reningseffekt (%)	45	23	59	47	56	43	64	47	62	66
SD	25	15	22	23	21	30	22	23	19	4.5
Absolut osäkerhet (+/-)	14	7,0	18	14	17	13	19	14	19	20

Tabell 11. Föroreningsmängder (utan skogsområde) (kg/år) (dagvatten+basflöde) efter rening

	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>Pb</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>SS</b>	<b>BaP</b>
Föroreningsbelastning efter rening	39	470	1,8	4,4	15	0,11	0,89	1,3	8 600	0,0058
Avskild mängd	32	140	2,6	3,9	19	0,080	1,6	1,2	14 000	0,011
Absolut osäkerhet (+/-)	16	190	0,78	1,9	6,4	0,046	0,38	0,55	3 600	0,0025
Relativ osäkerhet (%)	42	40	43	42	42	43	43	41	42	43



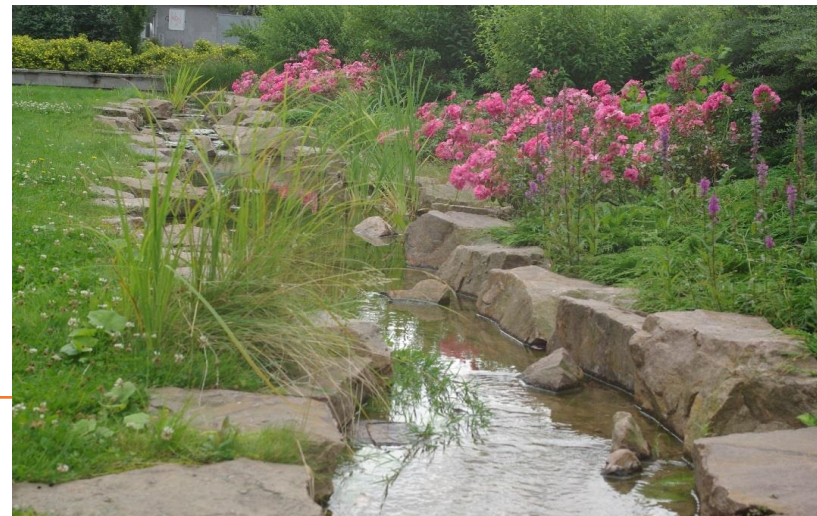
# Bilaga 2. Kockbaka gärde - del 2

# Exempelbilder på blågröna parkstråk





# Exempelbilder på blågröna parkstråk





# Exempelbilder på blågröna parkstråk





# Exempelbilder på blågröna parkstråk





# Exempel på pedagogiska inslag



# Exempelbilder på olika nivåregleringssystem

