

Dagvattenutredning för ny detaljplan

Backgården

del av Götene 16:2 och Västerby 1:285 i Götene kommun



2025 10 28

Melica gröna konsunter

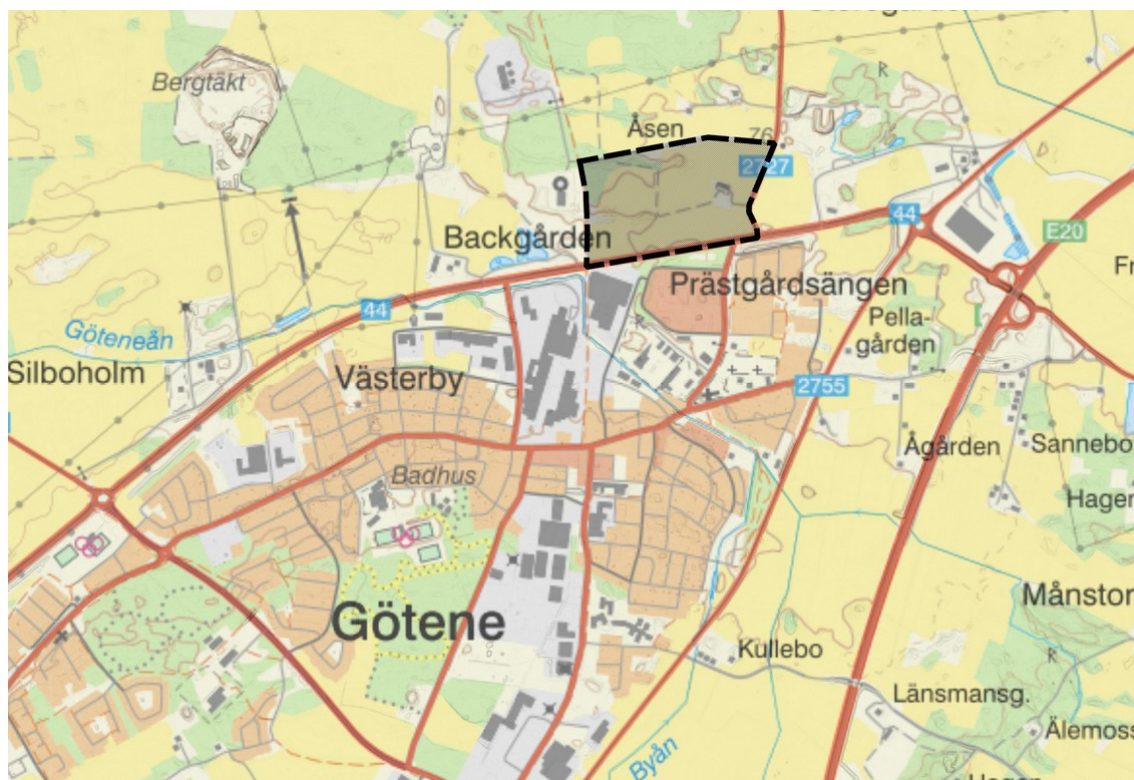
Ivar Sander

Teresia Wengström

Stefan Bydén

Befintliga förhållanden

Denna utredning redovisar hydrologiska förhållanden och förutsättningar för hållbar dagvattenhantering i ett planområde som är aktuellt för nyexploatering. Planområdet omfattar drygt 27 hektar och är beläget strax norr om Götene tätort, intill väg 44. I dagsläget utgörs området till största del av plöjd jordbruksmark. Även inslag av skog förekommer i nordvästra delen. Förutom jordbruksmarken och skogspartiet finns en ekonomibygnad och några ytor med högvuxet gräs.



Figur 1: planområdets läge i Götene markerat i svart (karta: Lantmäteriet)

Området avgränsas i söder av väg 44 och i öst av en landsväg med vägnummer 2727. I norr är planområdesgränsen vid en mindre väg som huvudsakligen används som infart till närliggande värmeverk och biogasanläggning. Vid områdets västra gräns ligger en tidigare järnvägsbanvall som nu är gång- och cykelväg.



Figur 2: ortofoto (källa: Esri) av området och den närmaste omgivningen

Befintliga anläggningar för markavvattning

Större delen av planområdet ingick förr i *Västerås vattenavledningsföretag* av år 1932. Aktuell del av det ombildades senare till *Backgårdens dikningsföretag* av år 1965. Anläggningarna som ingår fungerar genom att samla vatten från jordbruksdräneringen samt från vissa vägdiken och avleda det till vattendraget Västerbroån, som ligger ca 1,3 km ifrån planområdet. De gemensamma anläggningarna har plan- och profilritningar dokumenterade i Vattenarkivet hos Länsstyrelsen. Sedan de senaste ritningarna gjordes 1965 har delar av dikningsföretagets område förändrats och avvattnas numera på annat sätt.

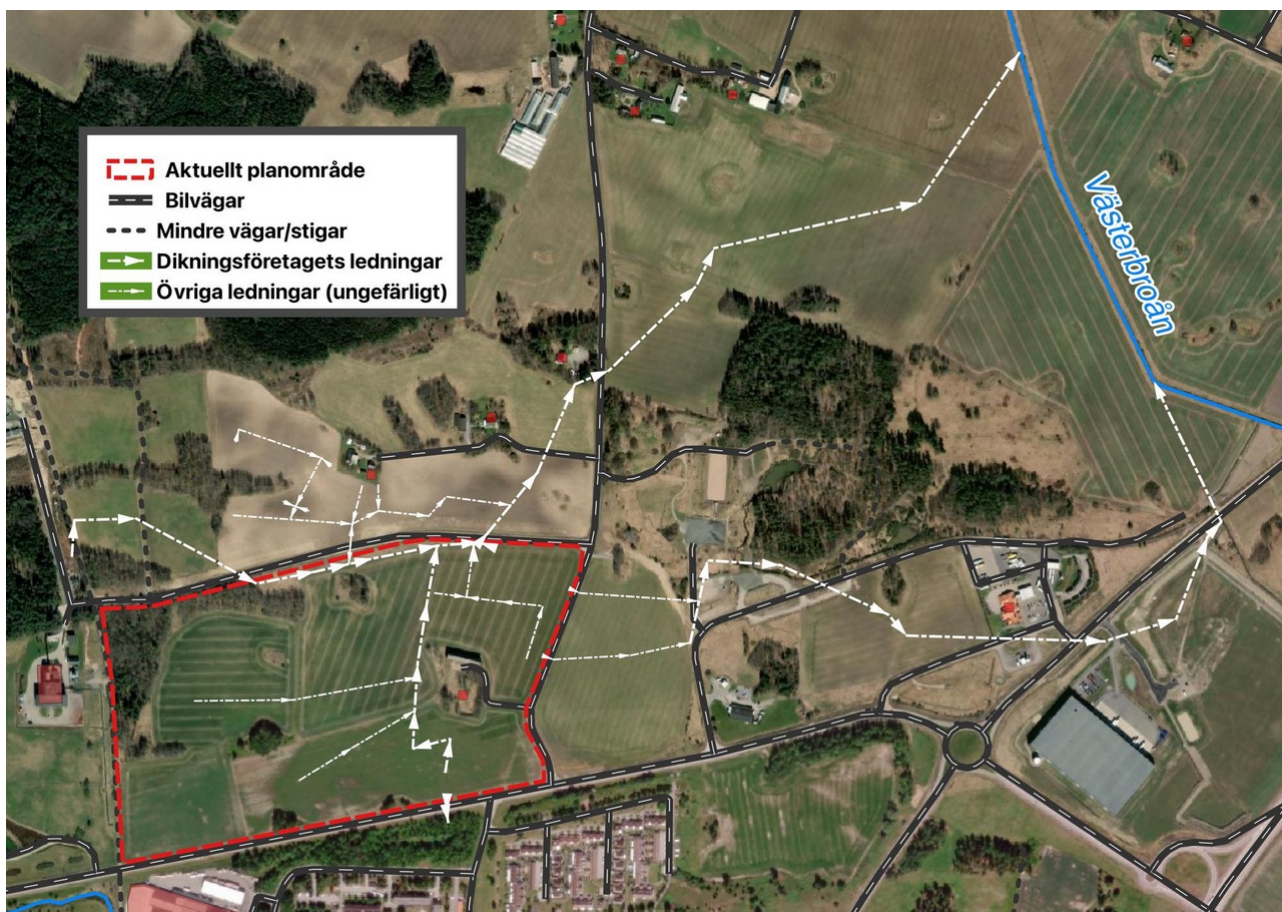


Figur 3: del av planritning för Västerås vattenavledningsföretag av år 1932. Planområdet är markerat med röd, streckad linje. Se även figur 4.

I ritningarna från det äldre dikningsföretaget från 1932 anges att två ledningar skulle föra in vatten till området för den nu aktuella detaljplanen, från söder och från nordväst (från beteckningarna P respektive O^{II} i figur 3). De anslutningarna redovisas inte i handlingarna för 1965 års dikningsföretag. Inloppet från söder är med största sannolikhet slopat, då förhållandena där ändrades under 1960- och 1970-talet i och med byggandet av väg 44 och nuvarande bostadsområde på dess södra sida. Inget inlopp från söder kunde konstateras vid undersökningar på plats.

Det äldre vattenavledningsföretagets anslutning från nordväst (från beteckning P till O i figur 3) är eventuellt fortfarande i bruk. Såvida det inte kan uteslutas, måste den bibehållas eller ersättas vid detaljplanens genomförande.

Jordbruksmarken strax norr om planområdet har jordbruksdränering och brunnar som står i förbindelse med dikningsföretagets ledning strax innanför planområdets norra gräns (se figur 4). Förmodligen avvattnas den jordbruksmarken i östlig riktning och ansluter till dikningsföretaget norr om vägen, utanför planområdet.



Figur 4: ledningar för markavvattning och dagvattenhantering med koppling till planområdet. (Ledningarna är inritade efter Vattenarkivets handlingar samt delvis efter observationer på plats. Övriga kartdetaljer är från Lantmäteriets terrängkarta. Ortofoto: Esri.)

Nästan allt dagvatten och dränvatten från planområdet avleds till Västerbroån genom dikningsföretagets anläggningar. Det innebär att flödeskapaciteten i dikningsföretagets ledningar i dagsläget är avgörande för möjligheterna till dagvattenhantering i planområdet.

Vissa brunnar och ledningar inom anläggningen kan vara så gamla som från 1932 och har endast delvis undersökts i denna utredning. Vidare åtgärder såsom filmning och statusbedömning rekommenderas för åtminstone den nordliga ledningssträckan mellan planområdet och Västerbroån (se figur 4).

Vägdagvatten

Förutom de gemensamma anläggningarna för markavvattning, finns diken längsmed Trafikverkets vägar vid planområdets södra och östra sidor. De vägarna och deras diken antas i denna utredning inte komma att ingå i planområdet.

Huvuddelen av vägdagvattnet som rinner till väg 44 norra vägdike avvattnas via en brunn som ansluter till en motsvarande brunn i vägens södra dike (markeras med vita pilspetsar i figur 4). Södra brunnen förefaller i sin tur avvattnas genom en ledning vidare söderut, sannolikt till det kommunala dagvattennätet. Västligaste delen av väg 44 norra dike saknar synligt utlopp men leder vattnet mot ett område med sandig mark som troligen har kapacitet för vattenmängderna vid de allra flesta situationer att infiltrera.

Väg 2727 i öst genomkorsas av två vägtrummor, med brunnar på vardera sidorna av vägen. Trummorna tar emot dagvatten från vägens västra dike och leder det igenom vägkroppen till det östra diket. Därifrån leds vattnet vidare åt öst till ett annat utlopp, drygt 800 m längre uppströms i Västerbroån än det som används för planområdets markavvattning (se figur 4). Vid Melicas fältbesök sågs tecken på att vägtrummorna genom väg 2727 kan ha skadats av marksättningar till följd av trafikbelastningen. Deras nuvarande funktionalitet bör kontrolleras.

Infartvägen till värmeverket och biogasanläggningen, vid planområdets norra gräns har stora vägdiken på båda sidor. De avvattnas till dikningsföretagets utlopp.

Sammanfattningsvis bedöms planområdet inte besväras av något externt vägdagvatten.

Recipient och miljö kvalitetsnormer

Dagvatten och dränvatten som rinner ut från planområdet leds till Västerbroån (se figur 4). Västerbroån är en klassat vattendrag i Länsstyrelsernas vatteninformationssystem (VISS) och har beteckning MS_CD: WA74710285 / VISS EU_CD: SE648858-137047. Ån uppnår ej god kemisk status och den ekologiska statusen bedöms som måttlig.

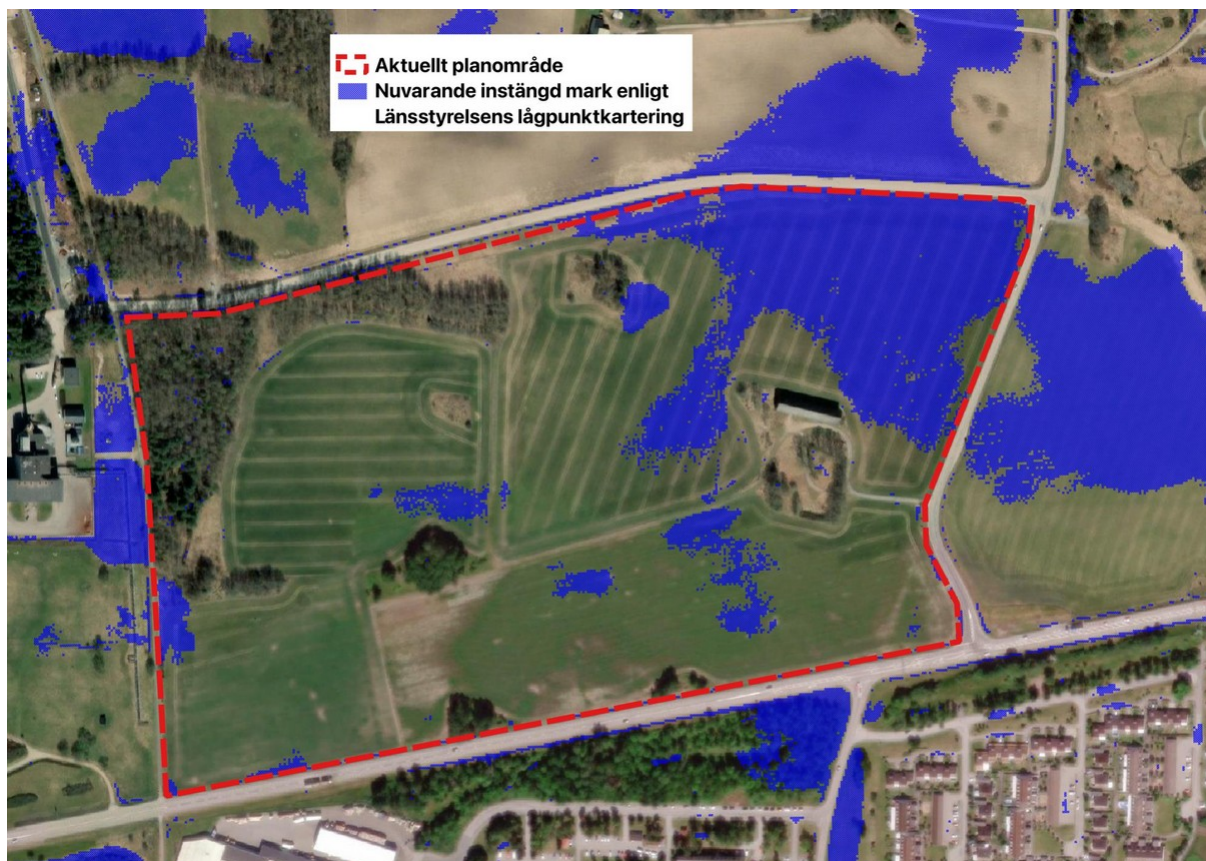
Ekologisk status besväras av näringsämnen, främst fosfor som härstammar ifrån jordbruket. I övrigt motiveras den ekologiska statusbedömningen av fysiska egenskaper hos själva vattendraget, såsom konnektivitet och morfologiskt tillstånd.

För att Västerbroån ej uppnår god kemisk status, har bedömda halter av kvicksilver samt bromerad difenyleter varit utslagsgivande. De räknas som överallt överskridande ämnen eftersom inga vattendrag i Sverige klarar de satta gränsvärdena.

Ingen registrerad grundvattenförekomst finns i närheten av planområdet.

Extrem nederbörd vid befintliga förhållanden

Planområdet lutar svagt åt nordöst, där det avgränsas av vägar som är uppbyggda på bank. Det innebär att en stor del av planområdet i praktiken är invallat av vägarna. Därmed är tänkbart att vatten kan dämmas upp och översvämma mark vid vissa situationer.



Figur 5: instängda lågpunkter utan ytligt utlopp enligt Länsstyrelsens kartmaterial *ytavrinning och lågpunkter* (ortofoto: Esri)

Beräkningsmodellen som ligger till grund för utbredningen i figur 5 tar inte hänsyn till att vatten rinner ut genom dikningsföretagets ledningar. Det är osannolikt att en sådan situation någonsin inträffar, men den kan illustrera ett värsta tänkbara läge där extremt riklig nederbörd sammanfaller med stopp i utloppsledningen. Även ifall det skulle inträffa, hotas inga byggnader eller samhällsviktiga anläggningar.

Avsedd exploatering i planområdet

Området föreslås av kommunen att styckas i ett antal fastigheter som ska bebyggas och delvis asfalteras för att möjliggöra för kommersiella verksamheter. Exploateringen innefattar även en ny gata i området. Ett exempel på tänkbar framtida markanvändning visas som figur 6.



Figur 6: skiss erhållen av Götene kommun, som visar ett exempel på en tänkbar framtida markanvändning

Förändringen innebär en betydlig ökning av mängder och flöden av dagvatten i området eftersom jordbruksmark som i dagsläget kan absorbera vatten byggs över. Avrinning av dagvatten vid framtida markanvändning enligt skissen har beräknats (med *rationella metoden* enligt *Svenskt Vatten P110*) och redovisas i tabell U1. Tillåten andel bebyggd och hårdgjord mark behöver säkras i detaljplanen. Ifall den andelen blir högre kan föreslagna dagvattenanläggningar visa sig underdimensionerade.

Tabell 1: ungefärlig area, avrinningskoefficient (Φ) och resulterande reducerad area för respektive markanvändning vid tänkt nyexploatering

	(Hektar)	Area	Φ	Red. area
Hårdgjord mark		4,76	0,9	4,29
Tak		6,27	0,9	5,65
Grönyta allmän plats		8,91	0,1	0,89
Grönyta inom fastighet		3,63	0,1	0,36
Skog		3,03	0,1	0,30
Väg		0,91	0,9	0,82
Damm		1,20	0,8	0,96
TOTALT		28,72	0,46	13,27

Föreslagen dagvattenhantering

För att begränsa påverkan som uppkommer av den tänkta markexploateringen måste planområdets dagvatten fördröjas och renas innan det släpps ut. Det föreslås ske i två dammar i planområdets nordöstra del.

Utöver rening och flödesutjämning, bör infiltration av dagvatten till marken tillses för att bibehålla markens fuktighet och stabilitet. Infiltrationen bör ske på många olika ställen i planområdet. Fördröjning och rening kan däremot ske samlat på ett ställe för hela planområdet.

Planområdets dagvatten föreslås delvis infiltreras i mindre anläggningar i allmän platsmark på olika ställen i planområdet. Ifrån de anläggningarna kan dagvattnet ledas vidare mot planområdets nordöstra del, där det hanteras innan det i likhet med nuvarande situation släpps ut till dikningsföretagets nordliga utlopp (se figur 4). Hanteringen innebär rening och fördröjning i ett par dammar, som ska säkra att flödet och föroreningsmängderna inte belastar miljön eller befintliga anläggningar mer än i nuläget.

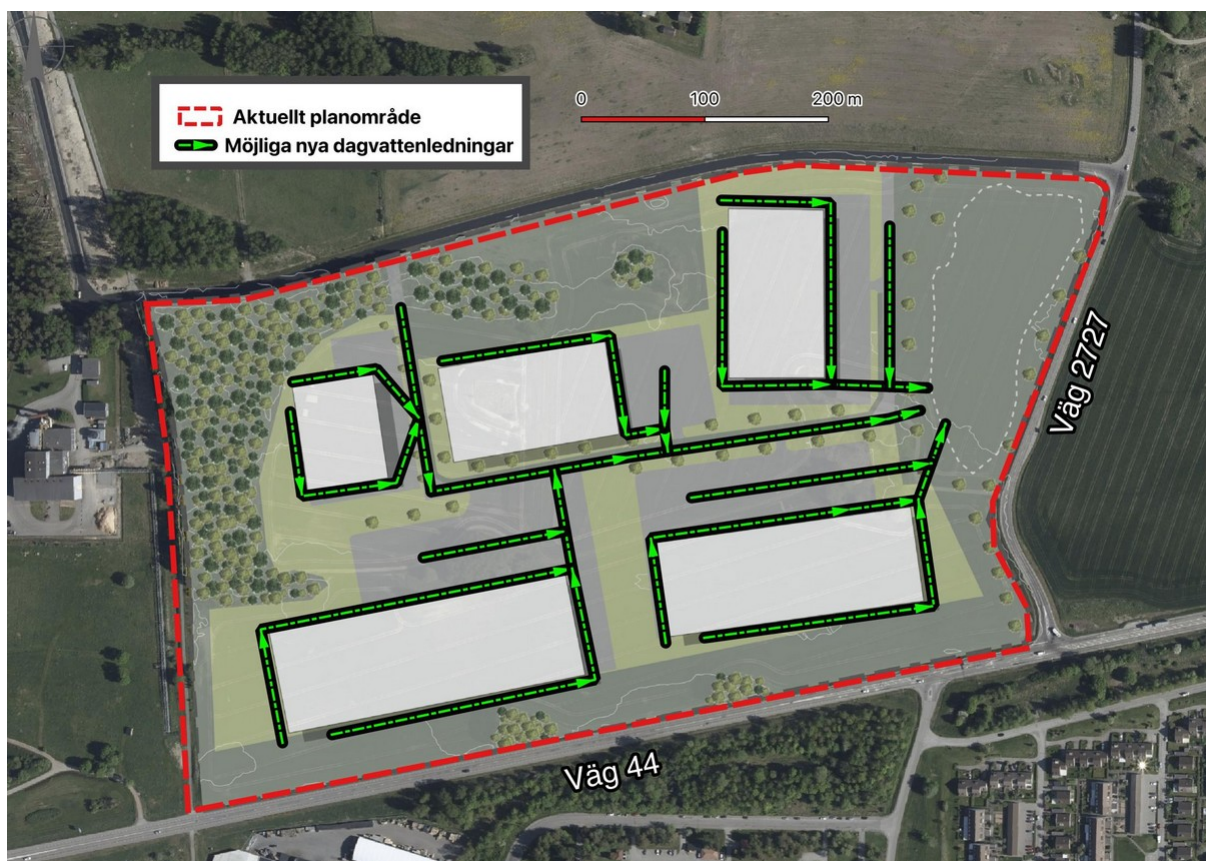
Tekniskt sett finns även möjlighet att leda ut dagvatten från planområdet åt öst, till det mer sydliga utloppet i Västerbroån som redovisas i figur 4. Den anslutningen har inte undersökts närmare men förmodas vara dimensionerad för mycket mindre flöden och bedöms som mindre lämplig för avvattning från bebyggelse och hårdgjorda markytor. Möjligen kan den användas som komplement eller nödutlopp vid extremfall eller driftstörningar.

Inom planområdet slopas befintliga ledningar för dagvatten och dränvatten, med undantag av de invid planområdets norra gräns som beskrivs ovan under rubriken *befintliga anläggningar för markavvattning*.

Uppsamling och avledning av planområdets dagvatten

Mest fördelaktigt ur dagvattensynpunkt är att anpassa marklutningen i området så att dagvattnet rinner på markytan mot öppna diken som leder vattnet till dammen. För ett område av den typ som planeras, kan dock vara opraktiskt att helt förlita sig på öppen avrining över markytorna. Exempelvis kan framtida fastigheter vara så stora att ytlig avledning ger för stora flöden i de lägre liggande delarna och/eller ökar risken för isbildning vintertid.

Dagvattnet som uppkommer inom fastigheterna kan även samlas på sedvanligt sätt med gallerbrunnar och stuprör som ansluter till markförlagda ledningar (se figur 7). Varje fastighet erbjuds då en anslutningspunkt till kommunal ledning vid en viss nivå. Ledningarna behöver dimensioneras för att klara flöden som uppstår vid åtminstone ett 10-årsregn.



Figur 7: exempel på princip för nya dagvattenledningar i planområdet

För att hålla planområdets dagvatten åtskilt från dagvatten från de omgivande vägarna måste marken inom några meter ifrån vägdikena i stort lämnas oförändrad. Vägdikenas funktion måste bibehållas och inget dagvatten ifrån planområdet får ledas till dem.

Infiltrationsmagasin

Varje fastighet som bebyggs bör åläggas att anordna infiltrationsmagasin eller större perkulationsbrunnar på olika ställen, för att motverka uttorkning och sättningar i markens lera. Infiltrationsmagasin kan exempelvis utgöras av små stenkistor eller enstaka dagvattenkassetter i anslutning till gallerbrunnar och stuprör.

Både inlopp och utlopp placeras i överkant, så att anläggningarna fylls när det regnar och endast töms allteftersom vattnet långsamt infiltrerar i lerjorden. Eftersom mycket av dagvattnet kommer att passera igenom infiltrationsanläggningarna när de är fulla, tas de i denna utredning inte med vid beräkningar av fördröjningsvolym eller reningseffekt.

Svackdiken

Den nya lokalgatan som planeras inom planområdet föreslås avvattnas ytligt till mindre svackdiken längsmed gatans sträckning. Syftet är att rena det relativt kraftigt förorenade vägdagvattnet särskilt, innan det späs ut med mindre förorenat dagvatten från exempelvis byggnadernas tak. Svackdikena utformas med upphöjda utlopp som ansluter till dagvattenledning. Själva svackan behöver bara vara ca 25 cm djup och måste inte vara sammanhängande. Det är fördelaktigt om även delar av de privata fastigheternas hårdgjorda mark där fordonstrafik förekommer kan avvattnas ytligt till svackdike innan det förs ner i ledning.

Dagvattenflöde ut från planområdet

Eftersom möjligheten att leda bort dagvatten genom det gamla dikningsföretagets ledningar är tämligen begränsad, behöver en ganska stor frivolym vara tillgänglig för att utjämna flödena tillräckligt. Kommunen har positiv inställning till en relativt stor damm som kan försköna vistelsemiljön eftersom planområdet är tätortsnära och dessutom utgör en infartsväg till naturområdena kring Kinnekulle, där många besökare till kommunen passerar. En nackdel med stora dammar är att stora mängder schaktmassor måste grävas upp, hanteras och eventuellt transporteras bort till annan plats.

Dammens utlopp ska ansluta till dikningsföretaget och förses med en strypning som begränsar utflödet. Hur stort utflöde som kan och får belasta dikningsföretaget har betydelse vid dimensionering av dammen. Ett sätt att bedöma godtagbar belastning kan vara som en andel av utloppsledningens kapacitet, som motsvarar planområdets andel av dikningsföretagets åtnadsområde (d. v. s. den markareal dikningsföretaget betjänar).

Enligt handlingarna för dikningsföretaget från 1965 har utloppsledningen till Västerån 600 mm diameter och en lutning av 1,2 ‰. Det innebär en teoretisk kapacitet av 212 liter per sekund (beräknad med Colebrooks formel för självfallsledningar, i enlighet med *Svenskt Vatten P110*). I praktiken kan flödet till utloppet bli större ifall ledningen går full så att vattennivån i brunnar stiger och höjer trycket i ledningen.

Dikningsföretagets ledning är dimensionerad för minst ett område som i dagsläget avvattnas åt annat håll. Av den areal som enligt handlingarna från 1932 ska belasta det aktuella utloppet till Västerbroån, återstår i dagsläget ca 65 hektar som inte avvattnas på annat sätt, varav 20 hektar ingår i planområdet. En fördelning av kapaciteten per ytenhet ger då att planområdet kan belasta utloppet med $212 / 65 * 20 = 65$ l/s. Lägre utloppsflöde innebär att dammens reglervolym kan behöva vara större.

Dikningsföretagets utloppsledning avvattnar även andra fastigheter än de där planområdet är beläget. En ny dagvattenhantering innebär en förändring i flödesmönster som behöver samrådats med övriga intressenter i dikningsföretaget. Utloppets kapacitet kan förbättras genom att grävas om till öppet dike, vilket dock kan utgöra ett hinder för jordbruket. Ifall dikningsföretaget inte alls kan användas för planområdets dagvatten, behövs förmodligen en ny ledning till Västerbroån ca 1,3 km åt nordöst.

Dammar för flödesutjämning och rening

För att åstadkomma effektiv rening föreslås att hela områdets dagvatten leds först till en mindre damm (damm 1) och därefter till en betydligt större (damm 2). Dammarna har dimensionerats i Stormtac, baserat på kommunens skiss över tänkt framtida markanvändning (se figur 6 och tabell 1). Sammanlagt beräknas 5 340 m³ frivolyt för dagvatten behövas.

Totalt behöver en area av ca 11 000 m² upplåtas för de två dammarna och deras slänter. Schaktslänter ovanför grundvattnets nivå bör enligt geoteknisk utredning (utförd 2024 av Mitta) göras med som mest lutning 1:1,5. Lämplig placering är i planområdets nordöstra del, där marknivåerna är lägst. Utformning och exakt placering kan anpassas. De föreslagna dammarnas ystorlek visas i figur 8. Principskisser för profilsektioner visas i bilaga 1.



Figur 8: illustration av dimensionerade dammar inklusive slänter i förhållande till skiss av tänkbar exploatering. Dammarnas utformning och placering kan anpassas.

Dammarna kan med fördel göras större än nödvändigt för att ge bättre rening och ett mer tilltalande utseende, exempelvis med varierande slänter i olika delar. En större damm ger även ett ännu mer utjämnat utflöde mot Västerbroån.

Dammarna föreslås ges varierande djup, bitvis med botten 1 m lägre än utloppets nivå så att de lägre delarna aldrig torkar ut helt. Permanenta vattenytor är fördelaktiga ur miljöperspektiv så till vida att de ger möjlighet för exempelvis kräldjur, insekter och i förlängningen fåglar och andra djur på ett sätt som berikar den lokala biologiska mångfalden. Dessutom kan estetiska värden för människor tillskapas ifall det hela utformas på ett tilltalande sätt, exempelvis med varierande, grönskande växtlighet. Samtidigt förbättras möjligheten till sedimentation av partikelbundna föroreningar i dagvattnet. Principskisser av dammarna från Stormtac redovisas i bilaga 1.

Dammens utlopp ska anslutas till dikningsföretagets vägtrumma under infartsvägen till värmeverket. Trumman har vattengång ca 1,75 m under marknivån i den närmaste delen av fältet, motsvarande +71,94 i höjdsystemet RH2000 (uppgift från kommunen, överensstämmande med egna mätningar på platsen). Vid Melicas fältbesök konstaterades en del sediment i brunn och trumma; efter rensning kan en lägre vattengång eventuellt erhållas.

Trummans nuvarande belastning slopas mestadels i och med detaljplanens genomförande. Lägsta möjliga nivå för dammens utlopp, tillika nedre reglernivå, antas vara ca +72,00. Utloppets nivå behöver också väljas med hänsyn till grundvattnets nivå, eftersom marken inte får avvattnas till lägre nivåer än som är fallet i nuläget.

Grundvattennivån i den aktuella delen av planområdet har uppmätts till ca 75 cm under markytan, vid nivå +72,92 (Mitta 2024). Mätningen gjordes dock bara vid ett enda tillfälle, i början av mars 2024. Vid det tillfället noterades att förhållandena var ovanligt blöta på grund av kvarstående vatten efter tjällossningen som skett kort tidigare. Där dammen ska placeras består jorden under det ytligaste lagret av lera. Lera har mycket låg genomsläpplighet och uppgifter om uppmätta vattennivåer i lerhaltig jord ska generellt tolkas med försiktighet.

Ett annat sätt att bedöma grundvattnets nivå kan vara att utgå ifrån områdets befintliga ledningar för markavvattning. Sådana ledningar och brunnar är vanligen otäta och vissa även kringfyllda med högpermeabla massor såsom makadam. Det medför att marken närmast där de ligger kontinuerligt dräneras ungefär till deras nivå. Utifrån att dikningsföretagets närliggande brunn har vattengång vid +71,94 bedöms de nya dammarna kunna ha utlopp vid +72,20 utan att innebära någon ytterligare sänkning av grundvattnet än vad som redan gjorts för närmare 100 år sedan.

Hur högt dammarnas vatten ska tillåtas stiga under normala omständigheter begränsas å sin sida av hur djupt utloppsledningarna från de framtida fastigheterna i området behöver ligga. Dagvattenledningar behöver i många lägen ca 70 cm täckning för att inte skadas när tunga fordon kör över. Det medför att små till mellanstora ledningar får vattengång ca 1 m under markytan. För att trygga fritt utlopp till första dammen från områdets dagvattenledningar, kan dammens övre reglernivå vara som högst +72,75. Det ger 0,5 m reglerhöjd.

Dammens övre reglernivå kan i vissa fall överskridas, men det får endast ske mycket sällan och konsekvenserna måste utredas i planeringsskedet. MSB har angett riktlinjer för tillåtna återkomsttider för översvämning av mark i olika delar av området. Omständigheterna för detta beskrivs nedan, under rubriken *säkerhet vid skyfall och andra extrema regn*.

Underhåll av anläggningarna över tid

Dammarna ska placeras inom allmän platsmark och förvaltas av kommunen. Driftinstruktioner som klargör vilka återkommande åtgärder som behöver utföras för att upprätthålla anläggningarnas funktion ska tas fram i samband med projekteringen. Exempelvis tillvägagångssätt och regelbundenhet för tillsyn, slamsugning, rensning, skötsel av vegetation samt avlägsnande av sediment ska framgå. Tillfartsvägar och andra ytor som kan behövas vid skötseln bör också tillses.

Utsläpp av vattenburna föroreningar vid föreslagen dagvattenhantering

Halter och mängder av olika förorenande ämnen vid markanvändning enligt skissen redovisad i figur 6 och med föreslagen dagvattenhantering har beräknats med programmet Stormtac och sammanfattas i tabell 2. Beräkningsresultaten i helhet redovisas i bilaga 2. Värdena för befintlig situation beräknades med Stormtac i tidigare dagvattenutredning för området utförd 2024 av Afry och bedöms fortfarande vara aktuella.

Tabell 2: mängder och halter i dagvattnets föroreningar beräknade med Stormtac. Beräknade minskningar visas i gröna fält och värden som beräknas öka i gula fält.

	Befintligt		Enligt förslag	
	$\mu\text{g/l}$	g/år	$\mu\text{g/l}$	g/år
Fosfor	120	11 000	28	2 900
Kväve	3 200	300 000	690	70 000
Bly	7,7	720	1,3	130
Koppar	12,0	1 100	4,5	460
Zink	46	4 300	12	1 200
Kadmium	0,60	53	0,13	14
Krom	2,30	210	0,55	57
Nickel	1,6	150	1,1	110
Kvicksilver	0,0068	0,63	0,0120	1,20
Suspension	61 000	57 000 000	6 500	670 000
Bens(a)pyren	0,0064	0,600	0,0050	0,510
PBDE 47	0,00014	0,0130	0,00004	0,0038
PBDE 99	0,00017	0,0160	0,00005	0,0047
PDBE 209	0,0150	1,4000	0,0037	0,3800

Resultaten visar en förbättring för samtliga ämnen förutom kvicksilver och kvicksilverföreningar, där utsläppt mängd från planområdet beräknas öka med ca 0,6 gram per år jämfört med befintlig situation. I Stormtac anges därtill 69 % relativ osäkerhet i beräkning av kvicksilvermängd.

Den i absoluta termer ringa ökningen av mängden kvicksilver kan vägas mot minskningen av andra förorenande ämnen. Ifall inget förorenande ämne alls får öka i förhållande till befintliga förhållanden är dock situationen svårlöst. Ytterligare anläggningar för att avskilja kvicksilver i tillräcklig utsträckning för att få ner beräknad halt och årsmängd till befintliga värden bedöms inte motiverade då de sannolikt skulle vara för omfattande för att vara rimliga att genomföra.

Så länge den beräknade ökningen av kvicksilver anses försumbar, kan detaljplanen gott sägas kunna genomföras utan att recipientens möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna försämras. Särskilt den minskning av kväve och fosfor som följer av jordbrukets upphörande är gynnsam för Västerbroån eftersom övergödningen, som utgör ett betydande miljöproblem för vattendraget, lindras.

Säkerhet vid skyfall och andra extrema regn

Även med väl tilltagen dimensionering av dagvattenanläggningar kan de komma att överbelastas vid extrem nederbörd. Avledningen inom området kan överbelastas vid de mest intensiva, skyfallsliknande regnen, som är relativt kortvariga. För fördröjningen i dammarna ger i stället längre, mer ihållande regn störst belastning.

Avledning inom planområdet vid skyfallsliknande regn

Planområdets brunnar och ledningar för dagvattenhantering ska som minst klara att belastas med flödet vid ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet (motsvarande 228 l/s per hektar belastande reducerad area). När den belastningen överskrids, ska överskottet kunna rinna över markytan till dammen.

För att det ska kunna ske utan risk för skador, föreslås att delar av den nya lokalgatan används som skyfallsled för överskottsvatten ifrån planområdets västra halva (se figur 9). Gatan bör därför ges en nivå 10-20 cm lägre än omgivande fastigheter. Stora delar av sträckan där vägen är skissad är redan i dagsläget ett lågstråk. Med en mindre anpassning av höjdnivåerna kan vägen ges en svag längslutning mot dammarna.



Figur 9: schematisk illustration av yttlig avrinning (blå pilar) vid skyfallsliknande regn

Närmast dammarna behöver gatan och en bit intilliggande mark höjdsättas så att vatten från gatan styrs ner i dammarna. Förutom en yta i anslutning till den befintliga byggnaden (se figur 2), är höjdskillnaderna i den delen av planområdet mycket små.

Med en ny lokalgata enligt skissen kan en något anpassad höjdsättning även behövas vid gatans östra ände (i planområdets nordligaste del). Där behöver mindre flöden av ytligt dagvatten vid skyfall styras till dammen intill, för att hindras från att rinna mot vägdiket i norr.

Byggnader i planområdet bör konstrueras med lägsta golvnivå minst 10 centimeter högre än omgivande mark. Marken närmast byggnaderna bör också luta bort från fasad.

Storleksordningen för flöden över mark och gata på olika platser i planområdet kan beräknas för mer specificerade förslag till framtida exploatering. Maxflödena kan då antas motsvara avrinningen vid ett 100-årsregn med avdrag för 10-årsregnets avrinning som hanteras i ledningar (klimatfaktor 1,3 tillämpas). Resultterande erfordrad bredd och djup kan då beräknas med en variant av Mannings formel, där vattendjupet sätts lika med den hydrauliska radien (i enlighet med *Svenskt Vatten P110*).

Sammanfattningsvis finns goda förutsättningar för att hantera skyfall inom planområdet. Höjdsättningen av gator och mark är en viktig faktor för att leda vattnet på ett kontrollerat sätt och undvika påverkan på byggnader och infrastruktur. Exploateringsförslaget vid tiden för denna utredning har dock inte den detaljeringsnivå som krävs för att beräkna och föreskriva exakta höjdnivåer och lutningar. Det behöver studeras vidare i samband med projekteringen. Bedömningen är att en ändamålsenlig höjdsättning kan åstadkommas.

Mer komplex simulering av flöden och vattendjup (motsvarande "detaljerad" eller "fördjupad" analys enligt MSB dokument *Metod för skyfallskartering av tätorter*) bedöms inte vara motiverat inom denna utredning med tanke på planområdets storlek och topografiska läge samt nuvarande tidiga skede i planeringsförloppet. Sådana utredningar omfattar lämpligtvis betydligt större områden, såsom Götene tätort i sin helhet.

Dagvattenflödet vid ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet motsvarar det vid ett 100-årsregn med knappt 35 minuters varaktighet (klimatfaktor 1,3). Det innebär på 100 års sikt att en situation där brunnar och ledningar går fulla så att något överskott rinner över markytan kan förväntas pågå som längst i drygt en halvtimme.

Hantering av stora dagvattenmängder vid ihållande rikligt regn

Dammarna har dimensionerats för att endast överfyllas i genomsnitt en gång per 10 år. Med överfyllnad menas här att vattnet stiger över nivån för vattengång i de inlöpande dagvattenledningarna, som är ca 1 m under markytan. Vattnet kan alltså stiga ungefär en meter över dammarnas övre reglernivå utan att svämma ut över omgivande mark. Utöver dammarnas reglerhöjd av ca 0,5 m blir alltså deras faktiska frivolyt upp till släntkrön i storleksordningen tre gånger så stor som den nominella reglervolyten utnyttjad vid upp till ett tioårsregn. Ytterligare ca 10 000 m³ dagvatten kan därmed rymmas i dammarna, även om det kan innebära dämning i planområdets ledningar.

Ett 100-årsregn för planområdet med tänkt exploatering har beräknats med *magasinsberäkning med hänsyn till rinntid* enligt *Svenskt Vatten P110* (klimatfaktor 1,3). Dimensionerande varaktighet beräknas till 22 – 24 timmar. Det innebär ca 150 mm regn, vilket ger en största samtidig dagvattenmängd på ca 15 000 m³. Den volymen kan alltså rymmas i dammarna utan att riskera att översvämma markytor med stående vatten. Bräddning (i begreppets vanliga betydelse som undantagsmässigt extra utflöde från anläggningarna) beräknas därmed inte ske ens vid dimensionerande 100-årsregn.

Som extra säkerhet kan ett nödutlopp från dammen till den nordligare av dagvattenledningarna genom väg 2727 i öst (se figur 4) ändå övervägas. Nödutloppets nivå kan vara mellan +73,10 och +73,60. Vatten som leds ut därigenom kommer då rinna mot markavvattningsledningarna i jordbruksmarken öst om vägen. Ifall de ledningarna redan är fullt belastade när så sker, kommer överskottet rinna ut i vägens östra dike. Ifall diket därefter fylls till brädden, kan planområdets dagvatten eventuellt bidra till översvämning av jordbruksmark öst om landsvägen. Det gäller dock vid situationer med återkomsttid uppåt 100 år. Vägytan är högre än fältet och förblir utan översvämningrisk.

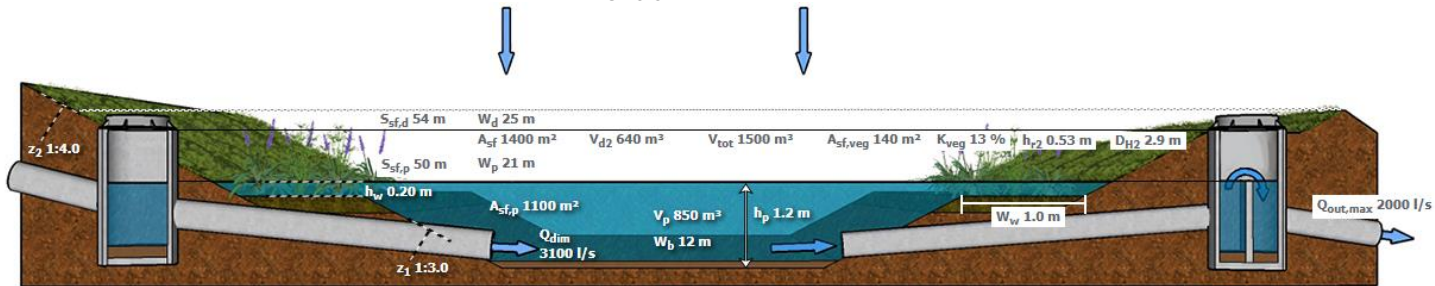
Bilagor

1: Illustrationer av dammarna enligt Stormtac föroreningsberäkningar. I skisserna är inloppen dämnda till skillnad från vad som beskrivits i text.

2: Fullständiga resultat av Stormtac föroreningsberäkningar

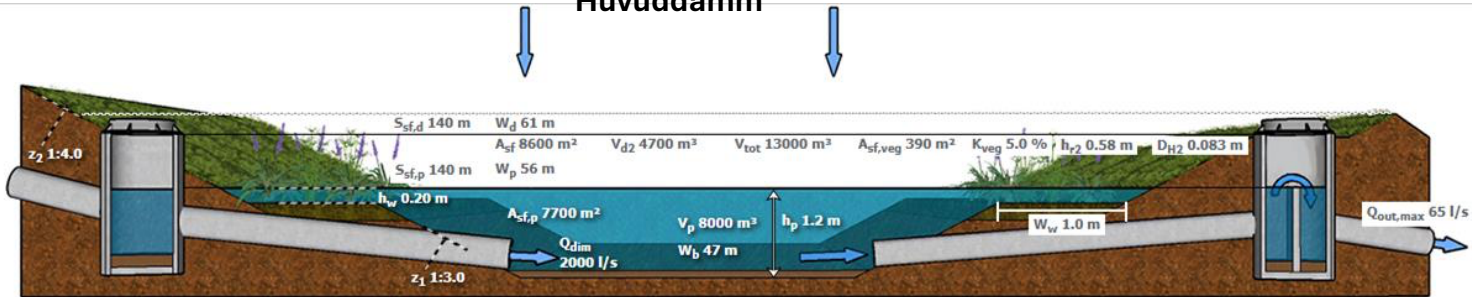
•

Fördamm



$A_{sf,p}$	Anläggningens permanenta vattenarea	Q_{dim}	Dimensionerande flöde
A_{sf}	Anläggningens totala (regler)yta	$Q_{out,max}$	Maximalt utflöde från anläggning
$A_{sf,veg}$	Anläggningens vegetationsarea	Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
W_p	Anläggningens bredd vid permanent vattennivå	t_{out1}	Tömningstid för Q_{out1}
W_d	Anläggningens bredd vid maximal vattennivå	V_p	Permanent vattenvolym
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål	V_{tot}	Total vattenvolym
h_p	Permanent vattendjup	V_{d2}	Övre fördröjningsvolym
h_{r2}	Övre reglerhöjd	W_b	Anläggningens bottenbredd
h_w	Vattendjup på våtmarkszon	W_w	Anläggningens bredd av våtmarkszon
K_{veg}	Andel vegetation av anläggningsarean	z_1	Nedre släntlutning, 1: z_1
$S_{sf,p}$	Anläggningens längd vid permanent vattennivå	z_2	Övre släntlutning, 1: z_2
$S_{sf,d}$	Anläggningens längd vid maximal vattennivå		

Huvuddamm



$A_{sf,p}$	Anläggningens permanenta vattenarea
A_{sf}	Anläggningens totala (regler)ytta
$A_{sf,veg}$	Anläggningens vegetationsarea
W_p	Anläggningens bredd vid permanent vattennivå
W_d	Anläggningens bredd vid maximal vattennivå
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål
h_p	Permanent vattendjup
h_{r2}	Övre reglerhöjd
h_w	Vattendjup på våtmarkszon
K_{veg}	Andel vegetation av anläggningsarean
$S_{sf,p}$	Anläggningens längd vid permanent vattennivå
$S_{sf,d}$	Anläggningens längd vid maximal vattennivå

Q_{dim}	Dimensionerande flöde
$Q_{out,max}$	Maximalt utflöde från anläggning
Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym
t_{out1}	Tömningstid för Q_{out1}
V_p	Permanent vattenvolym
V_{tot}	Total vattenvolym
V_{d2}	Övre fördröjningsvolym
W_b	Anläggningens bottenbredd
W_w	Anläggningens bredd av våtmarkszon
z_1	Nedre släntlutning, 1: z_1
z_2	Övre släntlutning, 1: z_2



Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Nederbörd	P	730	mm/år	10	73
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r,Qstudy}$	6.0	h		
(Del)avrinningsområde	A	28	ha	10	2.8
Rinnsträcka	S	800	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	1.5	m/s	0	0
Återkomsttid	τ	10	år		
Klimatfaktor	f_c	1.25			
Studerat flöde *	Q_{study}	12	l/s		
Andel av K_{int} som når basflödet	K_b	0.70		20	0.14
Andel av K_{int} som når basflödet - Uppströms 1 (A2)	K_b	0.70		20	0.14

* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff. (φ_v)	Dim.avr.koeff. (φ_d)	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
Industriområde	0.50	0.60	7.3	7.3	7.3
Skogsmark	0.15	0.10	3.0	3.0	3.0
Kontorsområde	0.50	0.60	7.3	7.3	7.3
Blandat grönområde	0.12	0.10	8.9	8.9	8.9
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.80	0.85	0.91	0.91	0.91
Totalt	0.35	0.39	28	28	28
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	10
Absolut osäkerhet (+/-)	0.070	0.078	2.8	2.8	2.8
Reducerat avrinningsområde			9.6		11

Urban area *	16	ha_{urbant}
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.52	
Urbant reducerad avrinningsyta *	8.1	$ha_{red,urbant}$



1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde	Q_b	1.0	l/s	24	0.25
Dagvattenflöde	Q_r	2.2	l/s	24	0.55
Totalt flöde	Q	3.3	l/s	18	0.60
Basflöde	Q_b	32000	$m^3/\text{år}$	24	7957
Dagvattenflöde	Q_r	70000	$m^3/\text{år}$	24	17187
Totalt flöde	Q	100000	$m^3/\text{år}$	18	18940
Avrinning under ett medelregn	Q_m	29	l/s		
Dimensionerande flöde	Q_{dim}	3100	l/s	20	610
Regnvaraktighet	t_r	10	min		
Vattenhastighet	v	1.5	m/s		
Dimensionerande regndjup vid studerat flöde	$r_{d,Qstudy}$	2.7	mm		
Reducerat (ut)flöde	Q_{red}	1.3	l/s/ha _{red}		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		39	%		



Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

2. Transport och flödesutjämning

2.1 Indata

Dike & kanal

Mannings skrovlighetskoefficient	n	0.040	s/m ^{1/3}
Längslutning	ΔS	0.045	
Släntlutning, 1:z	Z_1	1.0	
Bottenbredd	W_b	1.5	m
Maximalt vattendjup	h_{max}	0.55	m
Längd	S_{sf}	40	m

Flödesutjämning

Maximalt utflöde från anläggning	$Q_{out,max}$	65	l/s
Relativ osäkerhet (%)	δ	0	%
Absolut osäkerhet (+/-)	ϵ	0	l/s
Porositet (porvolymsandel)	p	1	
Reducerad flödesfaktor	f_{Qred}	0.67	
Klimatfaktor	f_c	1.25	
Reducerat infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet	k_{exf}	0	mm/h
Anläggningens längd	S_{sf}	60	m
Anläggningens bredd	W_{tot}	32	m
Anläggningens reglerhöjd	h_r	1.5	m

2.2 Utdata

Dike & kanal

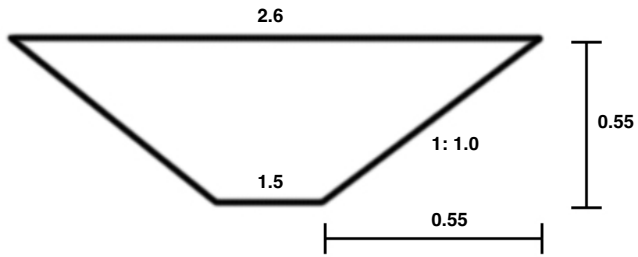
Mannings skrovlighetskoefficient	M	25	m ^{1/3} /s
Anläggningens våta tvärsnittsarea	$A_{sf,cross}$	1.1	m ²
Våt omkrets		0.37	m
Flödeskapacitet	Q_{cap}	3100	l/s
Maximal vattenhastighet vid Q_{dim} *	$v_{c,max}$	2.7	m/s
Volym		45	m ³

* Max rekommenderad tvärsnittshastighet vid Q_{dim} , $v_{c,max} = 1-1.5$ m/s (SEPA, 1997; Stahre och Urbonas, 1993; Wanielista och Yousef, 1992), men det föreligger erosionrisk vid $v_c > 0.4-0.5$ m/s varmed rekommenderad hastighet vid Q_{dim} är $v_c < 0.4-0.5$ m/s.



Flödesutjämning

Återkomsttid	τ	10	år
Dimensionerande erforderlig fördröjningsvolym	V_d	5100	m ³
Relativ osäkerhet (%)	δ	20	%
Absolut osäkerhet (+/-)	ϵ	1000	m ³
Total erforderlig anläggningsvolym för fördröjningsvolym	$V_{d,tot}$	5100	m ³
Utformad anläggningsvolym, total vattenvolym	V_{tot}	2900	m ³
Utfloöde genom exfiltration ner mot grundvattnet	$Q_{out,exf}$	0	l/s
Dimensionerande regnvaraktighet vid V_d	t_r	720	min





3. Föroreningstransport

- Samtliga resultat avseende halt och mängd avser total fraktion om inget annat anges.

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Referenser för typhalter för basflöde resp. dagvatten finns i StormTac Databas.

Markanvändning	Faktor *
Industriområde	5.0
Skogsmark	5.0
Kontorsområde	
Blandat grönområde	5.0
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	5.0

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

Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10. Enhet: -. 5 = standard typisk halt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum typisk halt, 10 = maximum typisk halt.



Basflödeshalt ($\mu\text{g/l}$) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	87	1500	3.6	12	90	0.10	2.3	8.7	0.028	15000
Skogsmark	15	220	0.35	3.5	10	0.020	0.40	0.50	0.0040	1500
Kontorsområde	73	1300	3.6	8.3	47	0.082	2.2	3.8	0.020	25000
Blandat grönområde	30	880	0.45	4.2	15	0.024	0.55	0.80	0.0040	7000
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	86	1200	2.7	8.9	14	0.20	6.7	4.5	0.068	29000
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.025	0.000050	0.000055	0.015						
Skogsmark	0.0010	0.000050	0.000055	0.015						
Kontorsområde	0.025	0.000050	0.000055	0.015						
Blandat grönområde	0.0010	0.000050	0.000055	0.015						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.027	0.00011	0.00014	0.0090						



Dagvattenhalt ($\mu\text{g/l}$) per markanvändning.

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	300	1800	20	42	240	1.5	14	16	0.070	100000
Skogsmark	17	450	6.0	9.0	25	0.20	5.0	6.3	0.010	40000
Kontorsområde	250	1500	19	30	140	0.90	13	7.0	0.050	100000
Blandat grönområde	120	1000	6.0	10	25	0.27	1.8	1.0	0.010	43000
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	86	1200	2.7	8.9	14	0.20	6.7	4.5	0.068	29000
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.15	0.00020	0.00025	0.015						
Skogsmark	0.010	0.00020	0.00025	0.015						
Kontorsområde	0.15	0.00020	0.00025	0.015						
Blandat grönområde	0.010	0.00020	0.00025	0.015						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.027	0.00011	0.00014	0.0090						

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



3.2 Utdata

Basflödeshalt ($\mu\text{g/l}$) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Basflödeshalt	51	1000	1.9	6.8	38	0.056	1.4	3.2	0.014	12000	0.012	0.000051	0.000056	0.015
Absolut osäkerhet (%)	18	220	0.62	1.6	9.5	0.019	0.48	1.4	0.0061	3600	0.0052	0.000064	0.000070	0.019

Dagvattenhalt ($\mu\text{g/l}$) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Dagvattenhalt	230	1500	16	30	150	0.97	11	9.5	0.053	85000	0.12	0.00019	0.00024	0.015
Absolut osäkerhet (+/-)	82	320	5.3	7.0	37	0.33	3.9	4.0	0.023	24000	0.051	0.00024	0.00030	0.018

Basflödesmängd ($\text{kg}/\text{år}$) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Basflödesmängd	1.7	33	0.061	0.22	1.2	0.0018	0.045	0.11	0.00045	400	0.00039	0.0000017	0.0000018	0.00048
Absolut osäkerhet (+/-)	0.72	11	0.025	0.076	0.43	0.00076	0.019	0.051	0.00023	150	0.00020	0.0000021	0.0000023	0.00062

Dagvattenmängd ($\text{kg}/\text{år}$) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Föroreningsmängd	16	100	1.1	2.1	11	0.068	0.79	0.67	0.0037	6000	0.0083	0.000014	0.000017	0.0010
Absolut osäkerhet (+/-)	7.0	34	0.47	0.71	3.7	0.028	0.34	0.32	0.0018	2300	0.0041	0.000017	0.000022	0.0013



Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) (dagvatten+basflöde) utan rening

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Beräkning	C	170	1300	12	23	110	0.68	8.1	7.6	0.040	62000	0.085	0.00015	0.00018	0.015
Absolut osäkerhet (+/-)		62	290	3.9	5.3	29	0.23	2.8	3.2	0.018	18000	0.037	0.00019	0.00023	0.018
Relativ osäkerhet (%)		36	21	33	24	25	33	35	42	43	29	43	120	120	120

Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
Föroreningsmängd	18	140	1.2	2.3	12	0.070	0.84	0.78	0.0041	6400	0.0087	0.000015	0.000019	0.0015
Absolut osäkerhet (+/-)	7.7	45	0.49	0.79	4.1	0.029	0.35	0.38	0.0021	2400	0.0043	0.000019	0.000024	0.0019
Relativ osäkerhet (%)	43	32	41	34	35	41	42	48	50	38	50	130	130	130

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209
0.65	5.0	0.043	0.084	0.43	0.0025	0.030	0.028	0.00015	230	0.00032	0.00000055	0.00000068	0.000055



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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	250	1700	17	36	210	1.2	12	14	0.061	82000
Skogsmark	16	320	2.8	5.9	17	0.098	2.4	3.0	0.0066	18000
Kontorsområde	210	1500	16	25	120	0.73	11	6.3	0.044	84000
Blandat grönområde	64	920	2.5	6.4	19	0.12	1.0	0.87	0.0062	20000
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	86	1200	2.7	8.9	14	0.20	6.7	4.5	0.068	29000
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.12	0.00017	0.00021	0.015						
Skogsmark	0.0049	0.00012	0.00014	0.015						
Kontorsområde	0.12	0.00017	0.00021	0.015						
Blandat grönområde	0.0044	0.00011	0.00013	0.015						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.027	0.00011	0.00014	0.0090						



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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	8.7	59	0.56	1.2	7.1	0.041	0.39	0.49	0.0021	2800
Skogsmark	0.12	2.5	0.021	0.045	0.13	0.00075	0.018	0.023	0.000051	140
Kontorsområde	7.2	50	0.54	0.87	4.1	0.025	0.36	0.22	0.0015	2900
Blandat grönområde	1.3	19	0.053	0.13	0.39	0.0024	0.021	0.018	0.00013	430
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.51	7.3	0.016	0.053	0.082	0.0012	0.039	0.026	0.00040	170
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.0042	0.0000057	0.0000071	0.00051						
Skogsmark	0.000038	0.00000088	0.0000011	0.00012						
Kontorsområde	0.0042	0.0000057	0.0000071	0.00051						
Blandat grönområde	0.000091	0.0000022	0.0000027	0.00031						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.00016	0.00000066	0.00000082	0.000053						



Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	0.63	11	0.026	0.087	0.65	0.00072	0.017	0.063	0.00020	110
Skogsmark	0.065	0.96	0.0015	0.015	0.043	0.000087	0.0017	0.0022	0.000017	6.5
Kontorsområde	0.53	9.4	0.026	0.060	0.34	0.00059	0.016	0.027	0.00014	180
Blandat grönområde	0.39	12	0.0059	0.055	0.20	0.00032	0.0072	0.011	0.000053	92
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.047	0.68	0.0015	0.0049	0.0076	0.00011	0.0037	0.0025	0.000037	16
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.00018	0.00000036	0.00000040	0.00011						
Skogsmark	0.0000043	0.00000022	0.00000024	0.000065						
Kontorsområde	0.00018	0.00000036	0.00000040	0.00011						
Blandat grönområde	0.000013	0.00000066	0.00000072	0.00020						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.000015	0.00000061	0.00000076	0.000049						



Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Industriområde	8.1	48	0.54	1.1	6.4	0.040	0.38	0.43	0.0019	2700
Skogsmark	0.057	1.5	0.020	0.030	0.083	0.00067	0.017	0.021	0.000033	130
Kontorsområde	6.7	40	0.51	0.81	3.8	0.024	0.35	0.19	0.0013	2700
Blandat grönområde	0.94	7.8	0.047	0.078	0.20	0.0021	0.014	0.0078	0.000078	340
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.46	6.6	0.014	0.048	0.074	0.0011	0.036	0.024	0.00036	150
Markanvändning	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209						
Industriområde	0.0040	0.0000054	0.0000067	0.00040						
Skogsmark	0.000033	0.0000067	0.0000083	0.000050						
Kontorsområde	0.0040	0.0000054	0.0000067	0.00040						
Blandat grönområde	0.000078	0.0000016	0.0000020	0.00012						
Uppströms 1 (Väg med svackdike)	0.00015	0.0000060	0.0000074	0.000048						



4. Föroreningsreduktion

- Samtliga resultat avseende halt och mängd avser total fraktion om inget annat anges.

4.1 Indata

Reningsanläggningar: VDV → VDV

VDV - Våt damm			
Andel anläggningsarea av reducerat (del)avrinningsområde	$K_{A\varphi}$	110	m^2/ha_{red}
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	5.0	l/s
Utflöde från övre reglervolym	Q_{out2}	1995	l/s
Maximalt utflöde från anläggning	$Q_{out,max}$	2000	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)	€	0	l/s

VDV - Våt damm			
Andel anläggningsarea av reducerat (del)avrinningsområde	$K_{A\varphi}$	800	m^2/ha_{red}
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	5.0	l/s
Utflöde från övre reglervolym	Q_{out2}	60	l/s
Maximalt utflöde från anläggning	$Q_{out,max}$	65	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)	€	0	l/s



4.2 Utdata

VDV - Våt damm			
Anläggningens permanenta vattenarea	$A_{sf,p}$	1100	m ²
Anläggningens totala (regler)yta	A_{sf}	1400	m ²
Anläggningens vegetationsarea	$A_{sf,veg}$	140	m ²
Permanent vattenvolym	V_p	850	m ³
Total vattenvolym	V_{tot}	1500	m ³
Medelvattendjup. Antagande: Våt damm: $h_{pm} > 0.5$, annars våtmark.	h_m	0.81	m
Uppehållstid, total avrinning	$t_{d,tot}$	3	dygn
Uppehållstid, medelavrinning	$t_{d,m}$	8	h
Dimensionerande regndjup	r_d	8.9	mm
Uppehållstid, maximalt flöde	$t_{d,max}$	0.12	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräknad från längd:bredd	e_n	0.65	
Nedre fördröjningsvolym	V_{d1}	0	m ³
Övre fördröjningsvolym	V_{d2}	640	m ³
Andel vegetation av anläggningsarean	K_{veg}	13	%
Tömningstid för Q_{out1}	t_{out1}	0	h
Anläggningens längd vid permanent vattennivå	$S_{sf,p}$	50	m
Anläggningens längd vid maximal vattennivå	$S_{sf,d}$	54	m
Anläggningens bredd vid permanent vattennivå	W_p	21	m
Anläggningens bredd vid maximal vattennivå	W_d	25	m
Diameter av undre skibordshål	D_{H1}	0	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	2.9	m
Anläggningens bottenbredd	W_b	12	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0.53	m
Vattendjup på våtmarkszon	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h_p	1.2	m
Nedre släntlutning, 1:z ₁	z_1	1:3.0	
Övre släntlutning, 1:z ₂	z_2	1:4.0	
Anläggningens våta tvärsnittsarea	$A_{sf,cross}$	32	m ²
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	V_{max}	0.097	m/s

* Max rekommenderad tvärsnittshastighet med hänsyn till erosionsrisk vid Q_{dim} , $v_{max} < 0.30$ (0.15-0.5) m/s. v_{max} är osäkert och antas bero på sedimentens egenskaper och uppbyggnaden av dammbotten.



VDV - Våt damm			
Anläggningens permanenta vattenarea	$A_{sf,p}$	7700	m ²
Anläggningens totala (regler)yta	A_{sf}	8600	m ²
Anläggningens vegetationsarea	$A_{sf,veg}$	390	m ²
Permanent vattenvolym	V_p	8000	m ³
Total vattenvolym	V_{tot}	13000	m ³
Medelvattendjup. Antagande: Våt damm: $h_{pm} > 0.5$, annars våtmark.	h_m	1.0	m
Uppehållstid, total avrinning	$t_{d,tot}$	29	dygn
Uppehållstid, medelavrinning	$t_{d,m}$	77	h
Dimensionerande regndjup	r_d	84	mm
Uppehållstid, maximalt flöde	$t_{d,max}$	34	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräkning från längd:bredd	e_h	0.65	
Nedre fördröjningsvolym	V_{d1}	0	m ³
Övre fördröjningsvolym	V_{d2}	4700	m ³
Andel vegetation av anläggningsarean	K_{veg}	5.0	%
Tömningstid för Q_{out1}	t_{out1}	0	h
Anläggningens längd vid permanent vattennivå	$S_{sf,p}$	140	m
Anläggningens längd vid maximal vattennivå	$S_{sf,d}$	140	m
Anläggningens bredd vid permanent vattennivå	W_p	56	m
Anläggningens bredd vid maximal vattennivå	W_d	61	m
Diameter av undre skibordshål	D_{H1}	0	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	0.083	m
Anläggningens bottenbredd	W_b	47	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0.58	m
Vattendjup på våtmarkszon	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h_p	1.2	m
Nedre släntlutning, 1:z ₁	z_1	1:3.0	
Övre släntlutning, 1:z ₂	z_2	1:4.0	
Anläggningens våta tvärsnittsarea	$A_{sf,cross}$	95	m ²
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	V_{max}	0.021	m/s

* Max rekommenderad tvärsnittshastighet med hänsyn till erosionsrisk vid Q_{dim} ; $v_{max} < 0.30$ (0.15-0.5) m/s. v_{max} är osäkert och antas bero på sedimentens egenskaper och uppbyggnaden av dammbotten.



Reningseffekter (%)

Ämne		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat		84	49	89	80	90	80	93	85
Absolut osäkerhet (+/-)	€	39	11	13	14	11	26	14	23
Relativ osäkerhet (%)	δ	47	22	14	17	12	33	15	27
Ämne		Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209		
Uträknat		70	90	94	75	75	75		
Absolut osäkerhet (+/-)	€	34	8.2	48	400	400	400		
Relativ osäkerhet (%)	δ	48	9.1	51	540	540	540		

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.

Minsta möjliga

Föreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) efter rening

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Utloppskoncentration	C _{out}	28	690	1.3	4.5	12	0.13	0.55	1.1
Absolut osäkerhet (+/-)	€	16	210	0.47	1.3	3.3	0.063	0.21	0.55
Relativ osäkerhet (%)	δ	59	31	36	29	28	47	38	50
		Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209		
Utloppskoncentration	C _{out}	0.012	6500	0.0050	0.000037	0.000046	0.0037		
Absolut osäkerhet (+/-)	€	0.0079	2000	0.0033	0.00020	0.00025	0.020		
Relativ osäkerhet (%)	δ	65	30	67	550	550	550		

Föreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) efter rening

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Utfördets föroreningmängd	L _{out}	2.9	70	0.13	0.46	1.2	0.014	0.057	0.11
Avskiljd föroreningmängd	ΔL _{red}	15	67	1.1	1.8	11	0.056	0.78	0.66
Absolut osäkerhet (+/-)	€	1.8	28	0.058	0.18	0.45	0.0073	0.026	0.063
Relativ osäkerhet (%)	δ	64	39	44	38	37	53	45	55
		Hg	SS	BaP	BDE 47	BDE 99	BDE 209		
Utfördets föroreningmängd	L _{out}	0.0012	670	0.00051	0.0000038	0.0000047	0.00038		
Avskiljd föroreningmängd	ΔL _{red}	0.0029	5700	0.0082	0.000011	0.000014	0.0011		
Absolut osäkerhet (+/-)	€	0.00087	260	0.00037	0.000021	0.000026	0.0021		
Relativ osäkerhet (%)	δ	69	39	71	550	550	550		



4.3 Sediment

4.3.1 Indata

VDV - Våt damm			
Avskiljd mängd SS (ackumulerad på bottenarean)		4069	kg/år
Bottenarean		486	m ²
Andel torrsubstans	TS	29	%
Sedimentets densitet	ρ_s	1350	kg/m ³
Dimensionerande max sedimentdjup före borttagning av sediment	h_s	200	mm
VDV - Våt damm			
Avskiljd mängd SS (ackumulerad på bottenarean)		1655	kg/år
Bottenarean		5978	m ²
Andel torrsubstans	TS	29	%
Sedimentets densitet	ρ_s	1350	kg/m ³
Dimensionerande max sedimentdjup före borttagning av sediment	h_s	200	mm

4.3.2 Utdata

VDV - Våt damm			
Sedimentets tillväxthastighet (normalt 10-40)	v_s	21	mm/år
Antal år till borttagning av sediment		9.4	år
VDV - Våt damm			
Sedimentets tillväxthastighet (normalt 10-40)	v_s	0.71	mm/år
Antal år till borttagning av sediment		283	år