Vatten & Miljö i Väst AB, VIVAB

Tröingeskolan med kringliggande områden

VA-utredning för del av Tröinge 3:107 m.fl. inklusive Tröingeskolan

inspiration för hantering av vatten, spillvatten, dagvatten, skyfall och högvatten inom Tröingedal

Uppdragsnr: 107 18 98 Version: FH V4 Datum: 2021-12-02

Falkenbergs kommun

Norconsult

Uppdragsgivare:	Vatten & Miljö i Väst AB, VIVAB
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Lars-Erik Johansson
Konsult:	Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare, specialist VA- och dagvatten:	Emma Nilsson Keskitalo
Teknikansvarig dagvatten/skyfall:	Johan Södergren
Handläggare separerande VA-system:	Emma Nilsson Keskitalo
Specialist köksavfallskvarnar:	Britt-Inger Norlander
Specialist avloppsrening, biogas:	Christel Kampman
Specialist markavvattning, skyfall:	Magnus Jewert
Övrig medverkande:	Johanna Rönneke, Adam Dahlin, Matilda Jeppsson
Granskare:	Malin Törnberg, Britt-Inger Norlander
Foto framsida:	Norconsult

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
FH V4	2021-12-02	Färdig handling version 3	Adam Dahlin		
FH V3	2021-11-16	Färdig handling version 3	Adam Dahlin		
FH V2	2021-10-15	Färdig handling version 2	Johan Södergren	Malin Törnberg	Emma Nilsson Keskitalo
FH	2021-04-07	Färdig handling	Johan Södergren	Malin Törnberg	Emma Nilsson Keskitalo

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Förlängd sammanfattning

Inledning

I Falkenbergs östra del, i Tröinge, planeras ny stadsbebyggelse i form av bostäder och en skola. Planområdet utgörs idag främst av åkermark och gränsar i söder till befintlig bebyggelse och åkermark, i öster till åkermark och i norr till ett bostadsområde med småhus, se Figur 1. Det finns planer på en större utbyggnad av området, varvid Norconsult har fått i uppdrag att översiktligt utreda och bistå med inspiration för en hållbar framtida hantering av spillvatten, vatten, dagvatten och skyfall inom hela utvecklingsområdet Tröingedal. Här ingår även att utreda hantering av befintligt markavvattningsföretag. För detaljplanen för den planerade Tröingeskolan och närliggande områden utreds spill- dricks- och dagvatten tillsammans med lösningar för att hantera skyfall ifrån både befintlig och framtida bebyggelse.

Figur 1. Planområdet är ungefärligt markerat med svart linje (Länsstyrelsen, 2020), Röd cirkel visar ungefärligt läge för planerad skola

En detaljplan för den nya Tröingeskolan och omkringliggande områden kommer att upprättas och i samband med det arbetet har en strukturskiss tagits fram. Efterhand har förutsättningar förändrats och utredningsområdet berör ej hela strukturskissen och gatusträckningar och liknande är ej helt uppdaterade enligt de senaste förslagen. Utredningsområdets omfattning kan ses inritat med röd streckad linje i Figur 2 nedan.

Figur 2. Strukturskiss över ny exploatering. Utredningsområdet markerad med röd streckad linje.

Falkenbergs kommunkoncern styrs utifrån visionen “Vi växer för en hållbar framtid” tillsammans med en politisk viljeinriktning med tre övergripande mål; “Föredöme inom hållbarhet” “Välfärd av god kvalitet” och “Västsveriges starkaste näringsliv.”

Hållbar utveckling delas in i ekologiskt, social och ekonomisk hållbarhet. När dessa tre dimensioner beaktas och balanserar vandra så uppnår man hållbar utveckling.

Falkenbergs kommun tagit fram ett inriktningsdokument för området vid Tröingeskolan med kringliggande områden. Dokumentet har tagits fram i syfte att göra en utblick mot framtiden (både vad gäller hållbarhet och för att inte bygga bort möjlig utveckling av området) såväl som mot angränsande delar i staden samt att ringa in och förankra en rad principer som säkrar en förflyttning i hållbar riktning och som svarar upp mot den politiska viljeinriktningen. Dokumentet har delats in i olika teman med frågorna ”varför?, vad? och när?” och ligger till grund för arbetssättet i utredningen.

Befintligt Vatten- och spillvattensystem samt dagvattenavrinning

Hela utvecklingsområdet är ca 16 hektar stort och är beläget ca 2 km öster om centrala Falkenberg.

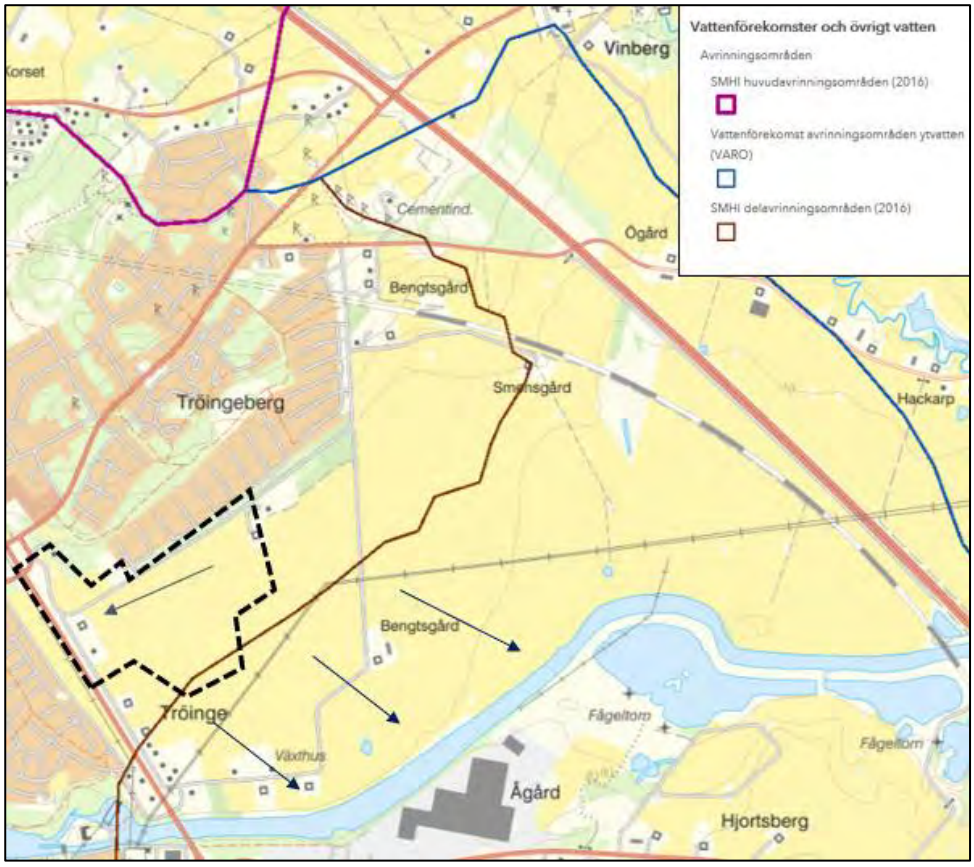
Befintliga fastigheter inom utredningsområdet har anslutningar antingen norrut mot ledningar i Hällinge ringväg eller västerut mot befintliga spillvatten- och dricksvattenledningar parallellt med gamla Göteborgsvägen.

Det finns en större spillvattenledning för industrivatten från bl.a. Carlsbergs bryggeri som löper parallellt med ovan nämnda spillvattenledning.

Vid inledande flödesmätning har framkommit att spillvattenledningsnätet kan vara nära sin fulla kapacitet redan för befintliga flöden och vidare utredning av ledningsnätet behövs. Flödesmätning utförs under perioden november 2020-april 2021, vilket ligger till grund för vidare utredning.

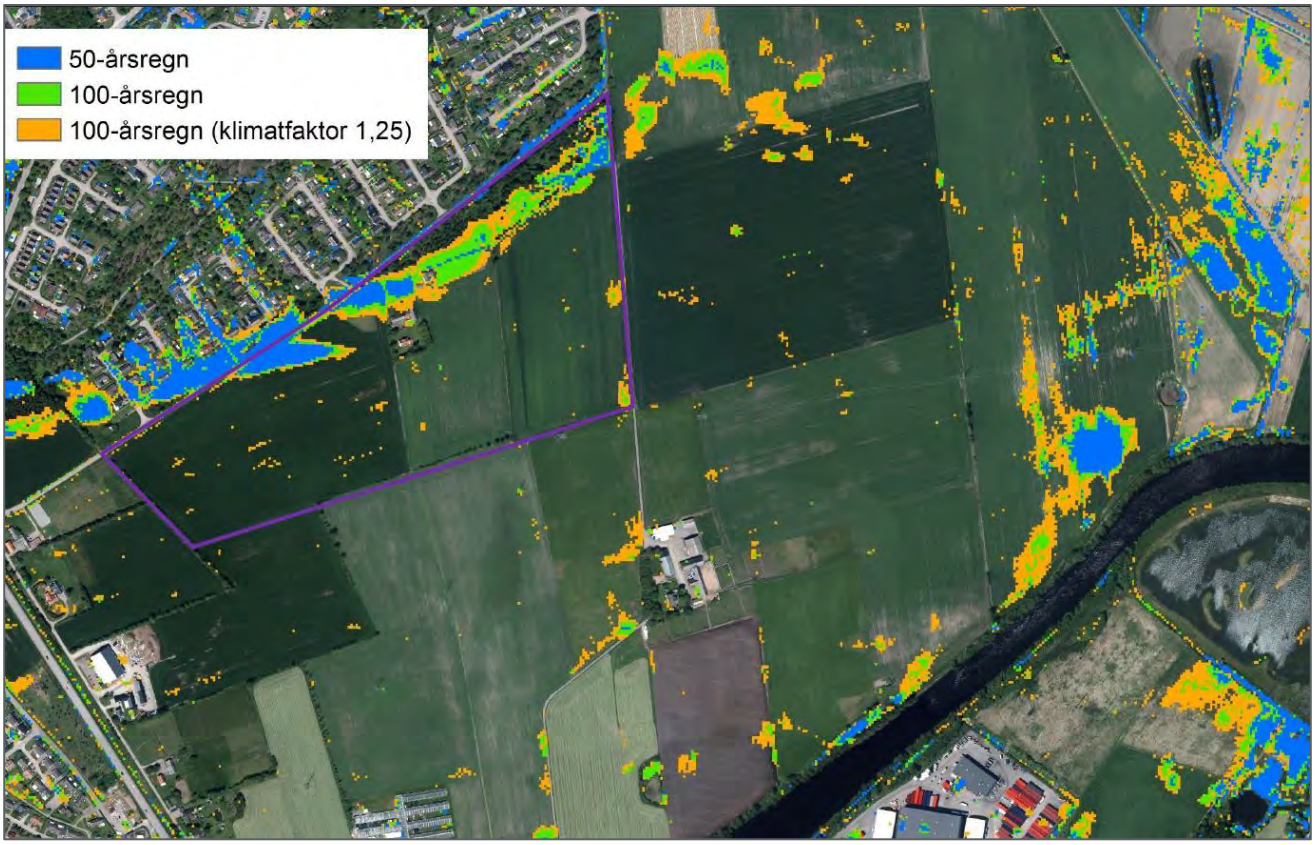
Spillvatten från området leds till avloppsreningsverket Smedjeholm.

Utredningsområdet avrinner till Ätran men är uppdelat i två delavrinningsområden som delas av en mindre vattendelare, se Figur 3. Höjddata över området visar att området är väldigt flackt. Skoltomten ligger i det norra av de två avrinningsområdena.



Figur 3. Avrinningsområden enligt SMHI (Vatteninformationssystem Sverige, 2020). Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge och pilarna visar flödesriktningen

Den norra delen av området avvattnas mot befintligt dike längs Hällinge ringväg. Diket rinner vidare västerut under väg 767, se kapitel 2.3. På grund av områdets flacka topografi samlas en stor mängd vatten i och i närheten av diket vid kraftiga regn. Sweco tog 2017 fram en skyfallskartering för Falkenbergs tätort med 8x8 m upplösning se Figur 4, (Sweco, 2017). Resultatet visar ett öst-västligt stråk i den norra delen av området omkring nuvarande Hällinge Ringväg där översvämning kommer att vara utbredd vid stora regntillfällen. Skyfallskarteringen visar att de ytliga avrinningsvägarna när diket är fullt sker österut och sedan vidare söderut mot Ätran. Detta innebär ytterligare en faktor att beakta vid utformning av det nya området, dagvatten rinner i dagsläget av åt nordväst medan skyfallsvatten rinner av mot sydöst. Det maximala vattendjupet vid översvämning överstiger en halv meter på stora ytor. Översvämningens utbredning omfattar ett antal av de befintliga villatomterna i Tröingeberg.



Figur 4. Skyfallskartering Falkenbergs tätort (Sweco, 2017) med översvämningsutbredning för olika återkomsttider. Lila linje är en gammal områdesgräns då det är en äldre figur.

Framtida vatten-, spillvatten- och dagvattensystem

För att uppnå hållbar utveckling i området och syftet i inriktningsdokumentet för planen föreslås att VA-systememet utformas med separerande materialströmmar. Eftersom det befintliga spillvattensystemet är underdimensionerat är separerande VA-system ett bra sätt att minska belastningen och att tänka nytt.

Avloppsvattnet och avfallet föreslås delas upp i följande:

- Matavfall
- Restavfall (avfall som inte är matavfall, behandlas inte mer i denna utredning)
- Svartvatten
- Gråvatten

En översiktlig dimensionering av framtida dricksvatten- och spillvattenflöden har beräknats och redovisas i kapitel 6.

Föreliggande exploateringsförslag leder till förändrade dagvattenflöden och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. Beräkningar av framtida dagvattenflöde har baserats på den strukturskiss som finns framtagen. Dimensionerande rinntid bedöms vara 10 minuter, på grund av den ökade hårdgöringsgraden. En klimatfaktor på 1,25 har även inkluderats för att anpassa beräkningarna till förväntade ökade nederbördsmängder på grund av framtida klimatförändringar.

För att säkerställa att dagvattenflödet från planområdet inte ökar och därmed skapar översvämningsproblem i eller nedströms planområdet behöver dagvattnet fördröjas. Den erforderliga magasinsvolymen och den dimensionerande regntiden har beräknats enligt Svenskt Vatten Publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkningarna baseras på den rationella metoden samt intensitets-varaktighetsdiagram enligt Dahlström (2010). Den tillåtna avtappningen från planområdet ansattes till det befintliga dagvattenflödet vid ett 5-årsregn. Den maximala erforderliga magasinsvolymen som krävs för att inte överskrida utsläppskravet vid vald återkomsttid på regn, i detta fall ett 20-årsregn, har beräknats och redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Erforderlig effektiv fördröjningsvolym

	Red area [ha]	Utflöde [l/s]	Dimensionerande regntid [min]	Erforderlig fördröjningsvolym [m^3]
Tröingeskolan	4,2	65	150	1530
Övriga planområdet	4,4	76	120	1560
TOTALT	**6,6**	**141**	**-**	**3090**

Från skolans tak föreslås att dagvatten samlas upp för återanvändning till toalettspolning. Uppsamlandet ger viss reduktion i dagvattenflöde ut från fastigheten i och med att en stor del kan magasineras för senare användning. Den stora vinsten blir även en minskad dricksvattenförbrukning. Övrigt dagvatten från skoltomten föreslås ledas till en samling öppna lösningar inne på skolgården, förslagsvis en kombination av regnbäddar och ytliga avrinningsvägar. Avrinningen från dessa anläggningar och dagvatten från bostadsområdet i skolans omedelbara närhet föreslås ledas till en dagvattendamm strax nordöst om skolan. Från dammen leds dagvatten till befintlig dagvattenledning i Hällinge ringväg.

Från övriga exploateringar inom planområdet föreslås dagvatten ledas till en samling dagvattendammar norr om Hällinge ringväg. Dessa dammar kopplas samman hydrauliskt och förses även med översvämningsytor, vilka endast nyttjas vid kraftiga skyfall. Dammarna avtappas mot befintligt dike västerut.

Den förändrade markanvändningen efter exploatering kommer att medföra att en ökad föroreningsmängd genereras inom exploateringsområdet. Som en naturlig följd då åkermark ersätts av hårdgjorda och trafikerade ytor kommer flertalet/de flesta föroreningar att öka kraftigt. Detta kan delvis åtgärdas genom att dagvattnet får genomgå någon form av rening innan det släpps till recipient. Dagvatten från skoltomten föreslås anslutas norrut till befintlig dagvattenledning, vilken mynnar i den kommunala dagvattendammen i det gamla lerbrottet medan övriga områden ansluts via dagvattendammar till befintlig ledning i väster. För bägge avrinningsområdena kommer dagvattnet genomgå viss rening innan det når recipienten. Förutom det föreslås även en öppen dagvattenhantering inne på skoltomten, vilket renar dagvattnet innan det släpps till den befintliga dagvattenledningen och övriga exploateringar leds till en serie dagvattendammar norr om Hällinge ringväg. Beräkningar visar på god reningförmåga om föreslagna lösningar anläggs.

Begreppsförklaringar

COD: Chemical oxygen demand eller kemisk syreförbrukning, ett uttryck för organiskt material i avloppsvatten och organiskt avfall.

Restavfall: det avfall som återstår av hushållssopor efter att matavfall sorterats ut

Svartvatten: det vatten som kommer från toaletter

Gråvatten: avloppsvatten från bad, disk och tvätt, se även BDT-vatten

BDT-vatten: avloppsvatten från bad, disk och tvätt

Köksavfallskvarnar, KAK - kvarn monterad i köket för att mala ned matavfall

MASV-ledning- ledning som transporterar matavfall och svartvatten

UASB: Upflow anaerobic sludge bed, en reaktorutformning med separering av slam i botten, avloppsvatten ovanför och gasuppsamling högst upp.

Innehåll

Förlängd sammanfattning **3**

Begreppsförklaringar **9**

1 Inledning **12**
1.1 Omfattning 12
1.2 Planerad exploatering/planförslag 13
1.3 Underlag 14
1.4 Förutsättningar 14

2 Orientering **19**
2.1 Recipient 19
2.2 Skyddsvärda intressen 20
2.3 Markavvattningsföretag 21
2.4 Geoteknik 23
2.5 Grundvatten 24

3 Befintliga vatten- och spillvattensystem **25**
3.1 Befintlig spillvattenavledning 25
3.2 Befintlig dricksvattenförsörjning 25

4 Befintlig dagvattenhantering **26**
4.1 Avrinningsområden 26
4.2 Platsbesök 28
4.3 Befintliga dagvattenflöden från utredningsområdet 37
4.4 Befintlig föroreningsbelastning från utredningsområdet 38
4.5 Skyfallskartering och påverkan av extrema regn 41

5 Vision kring hantering av källsorterande system för avloppsvatten och matavfall **42**
5.1 Varför källsortera? 42
5.2 Avfallsströmmar inom fastigheten 43
5.3 Vattenbesparande åtgärder 46
5.4 Användarperspektiven 47
5.5 Omvärldsbevakning 48

6 Förslag till hantering av avloppsvatten och matavfall vid planering av utvecklingsområdet Tröingedal **51**
6.1 Framtida dimensionerande dricksvattenflöde 51
6.2 Framtida dimensionerande spillvattenflöde 53
6.3 Insamling och behandling matavfall och avloppsvatten 54
6.4 Gråvatten 55
6.5 Föreslagna vatten- och separerade avfallssystem för Tröingeskolan 55
6.6 Föreslaget VA-system 57

7 Vision för hantering av dagvatten, skyfall och högvatten 58
7.1 Ytlig avledning av dagvatten 59
7.2 Diken 61
7.3 Reglering och bromsande åtgärder 64
7.4 Regnbäddar 66
7.5 Fördröjningsdammar 68
7.6 Torra översvämningsytor 69
7.7 Nyttja dagvatten till lek och pedagogik 72
7.8 Uppsamling av dagvatten för toalettspolning 72
8 Förslag till dagvatten- och skyfallshantering 73
8.1 Helhetsgrepp i utvecklingsområdet 73
8.2 Skyfall 73
9 Föreslagen dagvattenhantering för planområdet 74
9.1 Framtida dagvattenflöden 74
9.2 Erforderlig fördröjningsvolym 75
9.3 Föreslaget dagvattensystem 76
9.4 Framtida dagvattenföroreningar 77
9.5 Exploateringens påverkan på Ätran 83
9.6 Höjdsättning och avrinningsvägar vid extrem nederbörd 85
9.7 Dagvattenåtgärder utanför planområdet 85
10 Slutsats 87
11 Litteraturförteckning 88

Bilagor

Bilaga 1 Markavvattningsföretag
Bilaga 2 Översiktlig hantering av dagvatten, skyfall, VA utvecklingsområdet Tröingedal
Bilaga 3 Befintlig och framtida VA, öster
Bilaga 4 Befintlig och framtida VA, väster
Bilaga 5 Föroreningsberäkningar Tröingedal skolområde
Bilaga 6 Föroreningsberäkningar Tröingedal övrigt exploateringsområde

1 Inledning

I Falkenbergs östra del, i Tröinge, planeras ny stadsbebyggelse i form av bostäder och en skola. Planområdet utgörs idag främst av åkermark och gränsar i söder till befintlig bebyggelse och åkermark, i öster till åkermark och i norr till ett bostadsområde med småhus, se Figur 5. Det finns planer på en större utbyggnad av området, varvid Norconsult har fått i uppdrag att översiktligt utreda och bistå med inspiration för en hållbar framtida hantering av spill-, dricks- och dagvatten samt skyfall inom hela utvecklingsområdet Tröingedal. Här ingår även att utreda hantering av befintligt markavvattningsföretag. För detaljplanen för den planerade Tröingeskolan och närliggande områden utreds dricks-, spill- och dagvatten tillsammans med lösningar för skyfall i området.

Figur 5. Planområdet är ungefärligt markerat med svart linje (Länsstyrelsen, 2020), Röd linje visar läge för planerad skola

1.1 Omfattning

Uppdraget omfattar en utredning av förutsättningar för Tröingeskolan både vad gäller dricksvatten, spillvatten och dagvattenhantering. Förutsättningar för hantering av skyfall, dagvatten och VA för planområdet inkluderat både skolan och omkringliggande område utreds översiktligt. Vidare ges förslag och inspiration för innovativ och hållbar dagvatten-, spillvatten- och skyfallshantering för det större utvecklingsområdet Tröingedal. Föreliggande PM är upplagt på så sätt att befintliga förutsättningar presenteras inledningsvis, följt av en vision kring avloppshantering följt av förslag på framtida system för planområdet. För läsaren följer sedan ett liknande upplägg för dagvatten-/skyfallshantering med en vision för hela utvecklingsområdet följt av mer detaljerade förutsättningar för planområdet.

1.2 Planerad exploatering/planförslag

I den fördjupade översiktsplanen från 2007 finns ett utbyggnadsområde angivet nedanför Tröingeberg, längs med Hällinge Ringväg. 2019 köpte kommunen in ett större markområde i området. En detaljplan för den nya Tröingeskolan och omkringliggande områden kommer att upprättas och i samband med det arbetet har en strukturskiss tagits fram. Efterhand har förutsättningar förändrats och utredningsområdet berör ej hela strukturskissen och gatusträckningar m.m. är ej helt uppdaterade enligt de senaste förslagen. Utredningsområdets omfattning kan ses inritat med röd streckad linje i Figur 6 nedan.

Figur 6. strukturskiss över ny exploatering. Utredningsområdets gräns markerat med röd streckad linje. Mottagen av Falkenberg kommun 2020-09-09.

1.3 Underlag

- Befintliga VA-ledningar i dwg, erhållen 2020-08-24
- Grundkarta i dwg, erhållen 2020-08-24
- Strukturskiss, daterad 2020-09-02
- Inriktningsdokument Tröingedal, daterat 2020-09-02
- Funktionsprogram Tröingeskolan, daterat 2020-05-22
- Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner, 2017
- Skyfallskartering och lågpunkskartering, daterad 2017-01-25

1.4 Förutsättningar

Dagvattenutredningen utgår från VIVABs styrande dokument. Utbyggnaden av Tröingedal syftar till att vara nytänkande och innehålla innovativa nya system. Detta har varit ledande under arbetet med både dagvattenhantering och utredning av VA-system.

1.4.1 Inriktningsdokument

Falkenbergs kommunkoncern styrs utifrån visionen “Vi växer för en hållbar framtid” tillsammans med en politisk viljeinriktning med tre övergripande mål; “Föredöme inom hållbarhet” “Välfärd av god kvalitet” och “Västsveriges starkaste näringsliv.”

Hållbar utveckling delas in i ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. När dessa tre dimensioner beaktas och balanserar vandra så uppnår man hållbar utveckling.

Figur 7. Beskrivning av hållbar utveckling (Falkenbergs kommun, 2020-09-02)

Falkenbergs kommun har tagit fram ett inriktningsdokument för området vid Tröingeskolan med kringliggande områden. Dokumentet har tagits fram i syfte att göra en utblick mot framtiden (både vad gäller hållbarhet och för att inte bygga bort möjlig utveckling av området) såväl som mot angränsande delar i staden samt att ringa in och förankra en rad principer som säkrar en förflyttning i hållbar riktning och som svarar upp mot den politiska viljeinriktningen. Dokumentet har delats in i olika teman med frågorna varför?, vad? och när? Tema kretslopp och resurseffektivitet beskrivs enligt nedan:

> *VARFÖR? Vi lever över våra tillgångar och behöver därför ställa om och bli bättre på att hushålla med det vi har i form av näring, energi, vatten, material, yta och saker - för klimat, livsmiljö, hälsa och ekonomi. Vi måste planera, bygga och agera så att våra resurser kan cirkulera i giftfria kretslopp och på ett sätt så att vi kan återbruka och återvinna mer och undvika att köpa och bygga nytt. Vi behöver också bygga och utnyttja våra platser och lokaler flexibelt så att de kan användas fler timmar av dygnet av fler människor och förändras i sin användning över tid. Det är mest ekonomiskt ansvarsfullt att långsiktigt hushålla med resurserna och göra kloka val.* (Falkenbergs kommun, 2020-09-02)

Tabell 2, Utdrag ut inriktningsdokument Tröingeskolan

VAD?	NÄR?
1. Det görs möjligt att anlägga eller förbereds för att gå ifrån konventionellt tvårörssystem för avlopp till system där avfallsströmmar separeras. (Separering av svartvatten, gråvatten och matavfall).	**Projekteringsfas av byggskede.** Efter fortsatt dialog och framtagna prisbilder tas beslut inför projektering. Dialoger som startats mellan KSF, Vivab, samt KFT ska fortsätta för att hitta bästa lösning framåt, i förberedelse och/eller steg till fullt utvecklat eget kretslopp.
7. Skolan och skolmiljön planeras och byggs med hög ambition på hållbarhet vilket också gör att själva miljön blir en pedagogisk plattform för lärande för hållbar utveckling. Exempelvis tas tanken om att konstruktionen, el-, vatten- och avloppkretslopp görs synligt på något ställe i skolbyggnaden med i processen.	**Projekteringsfas av byggskede.** Fortsatt utredning, framtagande av prisbilder samt fortsatt dialog mellan byggprojektledare, anläggningsprojektledare samt hållbarhetsavdelning samt BUF, Vivab och Feab.

Genom att satsa på att separera materialströmmar i Tröinge så bidrar det till följande globala hållbarhetsmål 2030:

Figur 8. I figuren framgår vilka globala miljömål i agenda 2030 som ett separerande VA-system kan bidra med att uppfylla.

1.4.2 Dagvattenstrategi

VA-verksamheten i Falkenberg drivs av Vatten & Miljö i Väst AB, VIVAB. ”Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner” beskriver hur dagvattenhanteringen ska ske i Falkenberg (VIVAB, 2017). I anvisningarna skriver VIVAB att genom sex principer ska dessa anvisningar bidra med genomtänkt, miljöanpassad och kostnadseffektiv dagvattenhantering. Dessa sex principer är:

- Dagvattnet är en resurs
- Angrip föroreningskällan
- Rena vid föroreningskällan
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (lokalt trög dagvattenhantering)
- Blanda inte rent och smutsigt vatten
- Underhåll din dagvattenanläggning

I anvisningarna framgår det att Falkenbergs kommun har flera mål med hanteringen av dagvatten. Dessa mål sammanfattas i fyra punkter (VIVAB, 2017):

- Allvarlig förändring av vattenbalans och grundvattennivå får inte ske
- Mängden tillskottsvatten i spillvattennätet ska minska
- Dagvattenhantering ska berika bebyggelsemiljöer, gynna biologisk mångfald samt göra reningsprocesserna synliga
- Byggnader, anläggningar samt natur- och kulturmiljöer ska skyddas mot skador som kan orsakas av dagvatten

Istället för direkt avledning av dagvatten till ledningar vill VIVAB (2017) sträva efter öppen dagvattenhantering på kvartersmark och allmän platsmark, till exempel diken, dammar, våtmarker och översilningsytor. Detta för att öppna lösningar bidrar till flödesutjämning, rening, vattenspegel och gynnar biologisk mångfald. I dagvattenanvisningarna står det att Falkenbergs kommun aktivt ska verka för trög dagvattenhantering och lokalt omhändertagande av dagvatten. Fördröjning av vatten lokalt medför rening och mindre belastning på recipienten.

1.4.3 Dimensioneringsförutsättningar

VA-anläggningar ska utformas enligt Svenskt Vattens publikation P110. För att redovisa vilka dagvattenflöden som uppstår vid olika regntillfällen utförs beräkningar för regntillfällen med en återkomsttid på 5 år och 20 år. Det motsvarar minimikravet på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå, enligt P110 för tät bostadsbebyggelse (Tabell 3).

I framtiden väntas även klimatförändringar leda till ökade regnmängder, vilket bör beaktas vid dimensionering av nya dagvattensystem. Framtida dagvattenflöde beräknas därför med ett tillägg för en klimatfaktor om 1,25 som multipliceras med regnintensiteten för valt regn. Befintligt dagvattenledningsnät antas ha en kapacitet för att hantera ett befintligt 5-årsregn. Föreslagna fördröjningsåtgärder dimensioneras därmed för att fördröja ett framtida 20-årsregn med klimatfaktor på 1,25 till befintligt 5-årsregn.

Förutom VA-huvudmannens ansvar att hantera det dimensionerande regnet har Falkenbergs kommun, enligt P110, ett ansvar för att säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatfaktor. För att undvika skador på ny bebyggelse inom planområdet bör planområdet höjdsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall. (Svenskt Vatten, 2016)

Tabell 3. Tabell från P110 (Svenskt Vatten, 2016)

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

För dimensionering av vatten och spillvatten har riktlinjerna enligt Svensk Vatten P114 och P110 används.

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuell recipient, markförhållanden, grundvatten och skyddsvärda områden inom och i anslutning till planområdet.

2.1 Recipient

Utredningsområdet är en del av Ätrans avrinningsområde (området mellan Ätrans mynning i havet och Vinåns anslutning till Ätran). Ån berörs av ett flertal direktiv. Ätran är en del av Natura 2000 och följer Habitatdirektivet (Länstyrelserna, 2020)

Ätran är även en del av avloppsdirektivet som finns för att förbättra vattenkvaliteten i floder, sjöar och hav (Svenskt Vatten, 2020). Vid utsläpp av avloppsvatten i känsliga områden – områden som är känsliga för tillförsel av näringsämnen- ställs särskilt höga krav på effektiv rening. Även dagvatten är avloppsvatten inom detaljplanelagt område enligt miljöbalken. Ätran är ett fiskvatten enligt Fiskvattendirektivet vilket innebär att det är viktigt att upprätthålla fiskbeståndet i ån (Länsstyrelsen, 2020).

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bland annat innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) (2020) är kvalitetskravet för Ätran att uppnå ”God ekologisk status” och ”God kemisk ytvattenstatus” med vissa undantag för mindre stränga krav. Recipienten har mindre stränga krav när det gäller förbättring av statusen för bromerade difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Däremot får inte halterna öka, alltså statusen försämras. Förekomsten av ämnena beror på atmosfärisk deposition och att uppnå god status för dessa ämnen bedöms tekniskt omöjligt och därför är detta ett undantag som generellt brukar gälla för vattenförekomster i Sverige (Vatteninformationssystem Sverige VISS, 2020).

Den ekologiska statusen i recipienten bedöms av VISS (2020) vara god. Däremot skulle det morfologiska tillståndet i Ätran behöva förbättras. Jordbruk bidrar med betydande påverkan på den ekologiska statusen och morfologiska tillståndet genom exempelvis rensning och kanalisering. Betydande påverkan har också vattenkraften som försämrar konnektiviteten samt morfologin för recipienten.

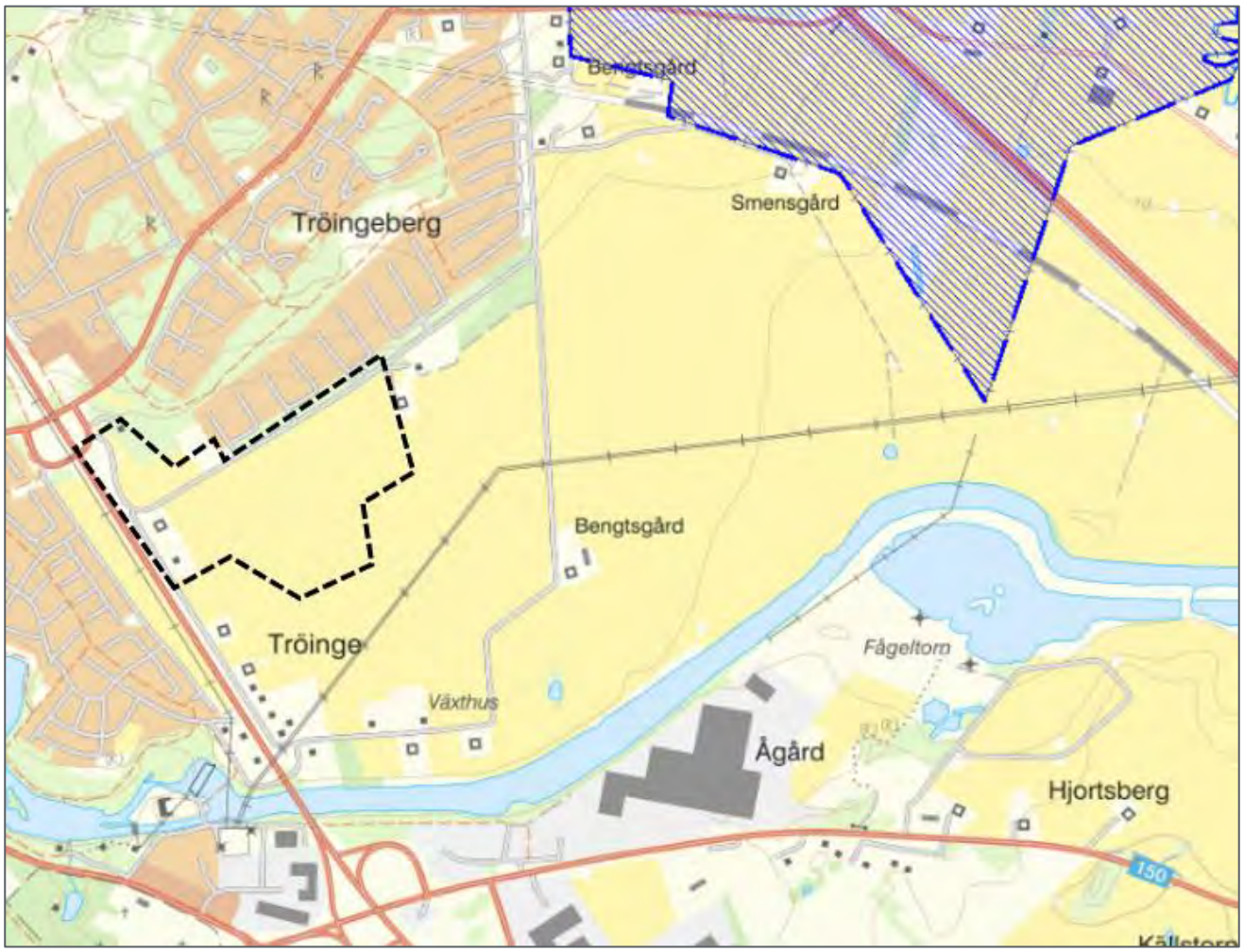
Den kemiska ytvattenstatusen för Ätran bedöms ej uppnå god status (Vatteninformationssystem Sverige VISS, 2020). Utöver de ämnen som har undantag för mindre stränga krav uppfyller ej ett flertal prioriterade ämnen (antracen, naftalen, dioxiner och dioxinlika föreningar, flouranten), PAH (polyaromatiska kolväten) och tributyltennföreningar god status.

Enligt VISS (2020) finns det ett flertal förorenade områden som agerar punktkällor och bidrar till sänkningen av Ätrans kemiska status, såsom reningsverk, deponier och industrier. Det finns även flera diffusa källor såsom atmosfärisk deposition, jordbruk, transport och infrastruktur, som också försämrar den kemiska statusen.

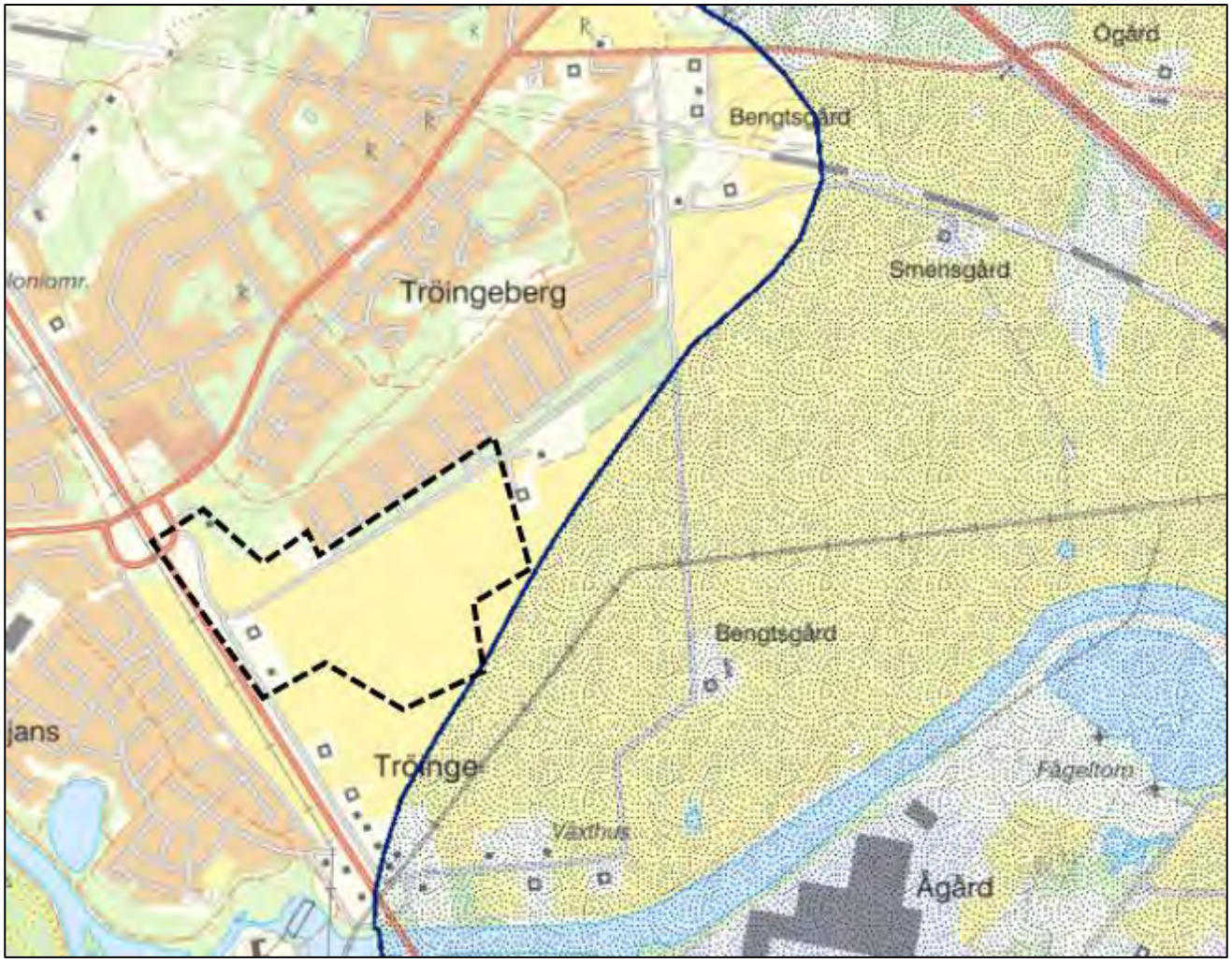
2.2 Skyddsvärda intressen

Vid utredningsområdets nordöstra gräns sträcker sig ett vattenskyddsområde norrifrån, se Figur 9. Vattenskyddsområdet avser grundvattentillgångar för Carlsbergs verksamhet.

Områdets östra och sydvästra del angränsar till dricksvattenförekomst, se Figur 10.



Figur 9. Vattenskyddsområden, VISS. Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge. (Länsstyrelsen, 2020)



Figur 10. Dricksvattenförekomst för Carlsbergs bryggeri, VISS. Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge. (Länsstyrelsen, 2020)

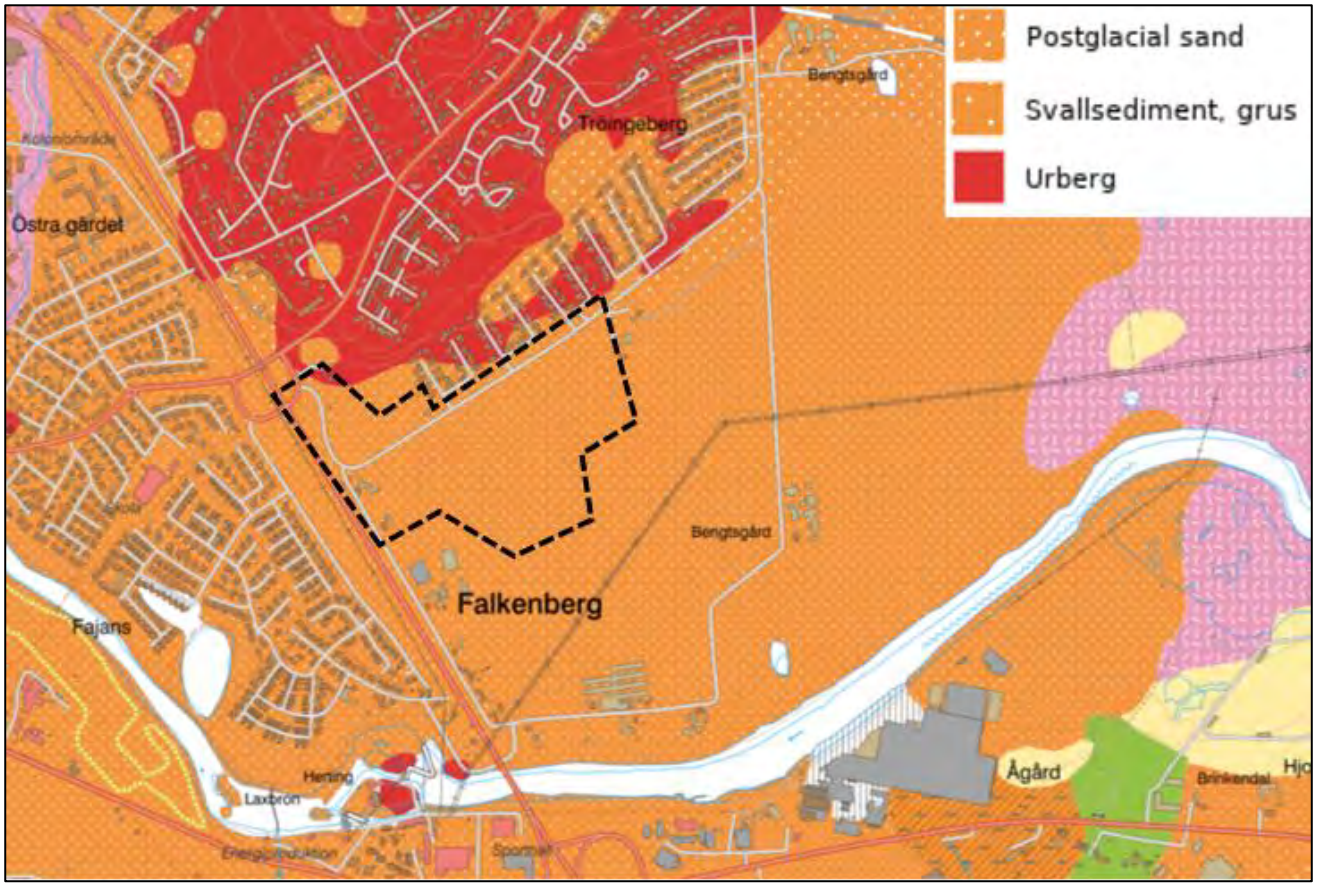
2.3 Markavvattningsföretag

Norr om planområdet sträcker sig ett dikningsföretag, se Figur 11 (Länstyrelserna, 2020). Enligt Länsstyrelserna (2020) heter dikningsföretaget Tröinge nr 1, 2 och 3 samt Östra Gärdet tf 1930. Det finns inga uppgifter om vilket flöde som får släppas till dikningsföretaget. Utredningen av dikningsföretaget kan ses i sin helhet i Bilaga 1.

Figur 11. Dikningsföretag (Länstyrelserna, 2020). Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge

2.4 Geoteknik

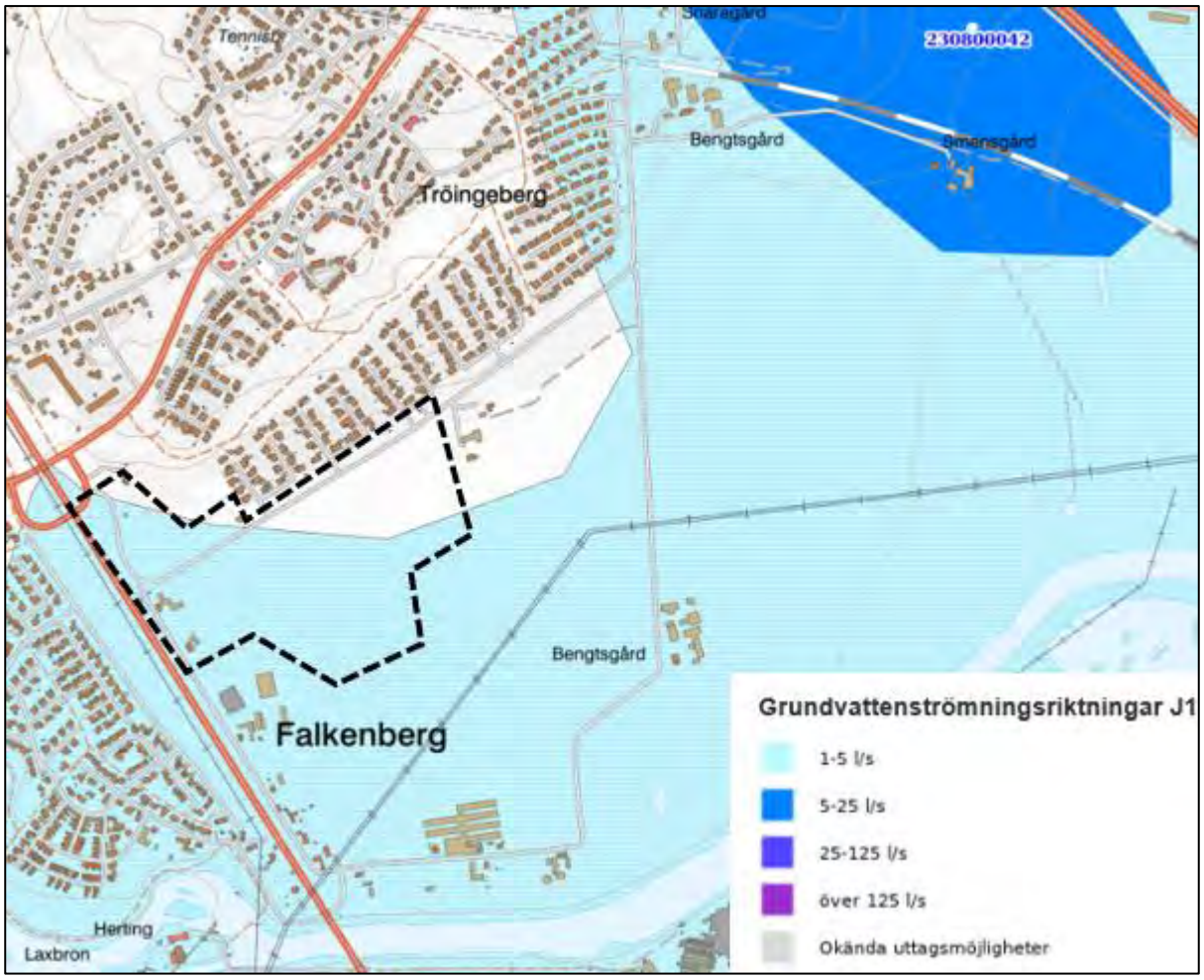
Enligt Sveriges geologiska undersökning (SGU) (2020) är jordarterna i Tröingedal främst postglacial sand, se Figur 12. Postglacial sand är en permeabel jordart och därför har området en hög infiltrationsförmåga (Sveriges goelogiska undersökning SGU, 2020).



Figur 12. Jordarter Tröingedal (Sveriges goelogiska undersökning SGU, 2020). Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge.

2.5 Grundvatten

Enligt SGU (2020) är grundvattenströmningen inom planområdet 1-5 l/s, se Figur 13.



Figur 13. Grundvattenflöden Tröingedal (Sveriges goelogiska undersökning SGU, 2020). Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge.

3 Befintliga vatten- och spillvattensystem

I detta kapitel beskrivs översiktligt de befintliga vatten- och spillvattensystemet för hela utvecklingsområdet Tröingedal och närliggande område. Befintliga spillvattenledningar frmagår av Bilaga 3-4. Vattenledningarna är ej redovisade på grund av sekretess.

3.1 Befintlig spillvattenavledning

Det finns ett antal befintliga fastigheter i den västra delen av utredningsområdet. Dessa har serviser för spillvatten västerut mot befintlig ledning, som är förlagd parallellt med gamla Göteborgsvägen. Fastigheterna består av bostadshus och ett antal verksamheter i form av lättare industri/handel. I det gällande förslaget på strukturskiss lämnas samtliga befintliga fastigheter orörda där både avledning och flöden kommer att vara desamma som före exploatering. Övriga delen av Tröingedal är i dagsläget obebyggd jordbruksmark.

Vidare finns en större spillvattenledning för industrivatten från bl.a. Carlsbergs bryggeri som löper parallellt med ovan nämnda spillvattenledning.

Vid inledande flödesmätning har framkommit att ledningsnätet kan vara nära sin fulla kapacitet redan för befintliga flöden och vidare utredning av ledningsnätet behövs. Flödesmätning utförs under perioden november 2020-april 2021, vilket ligger till grund för vidare utredning.

Spillvatten från området leds till avloppsreningsverket Smedjeholm.

3.2 Befintlig dricksvattenförsörjning

De befintliga fastigheterna i västra delen av Tröingedal förses med kommunalt dricksvatten, med anslutning antingen västerut mot befintlig ledning eller norrut mot befintlig ledning som även förser Tröingeberg. Trycket i anslutningspunkterna är i dagsläget okänt.

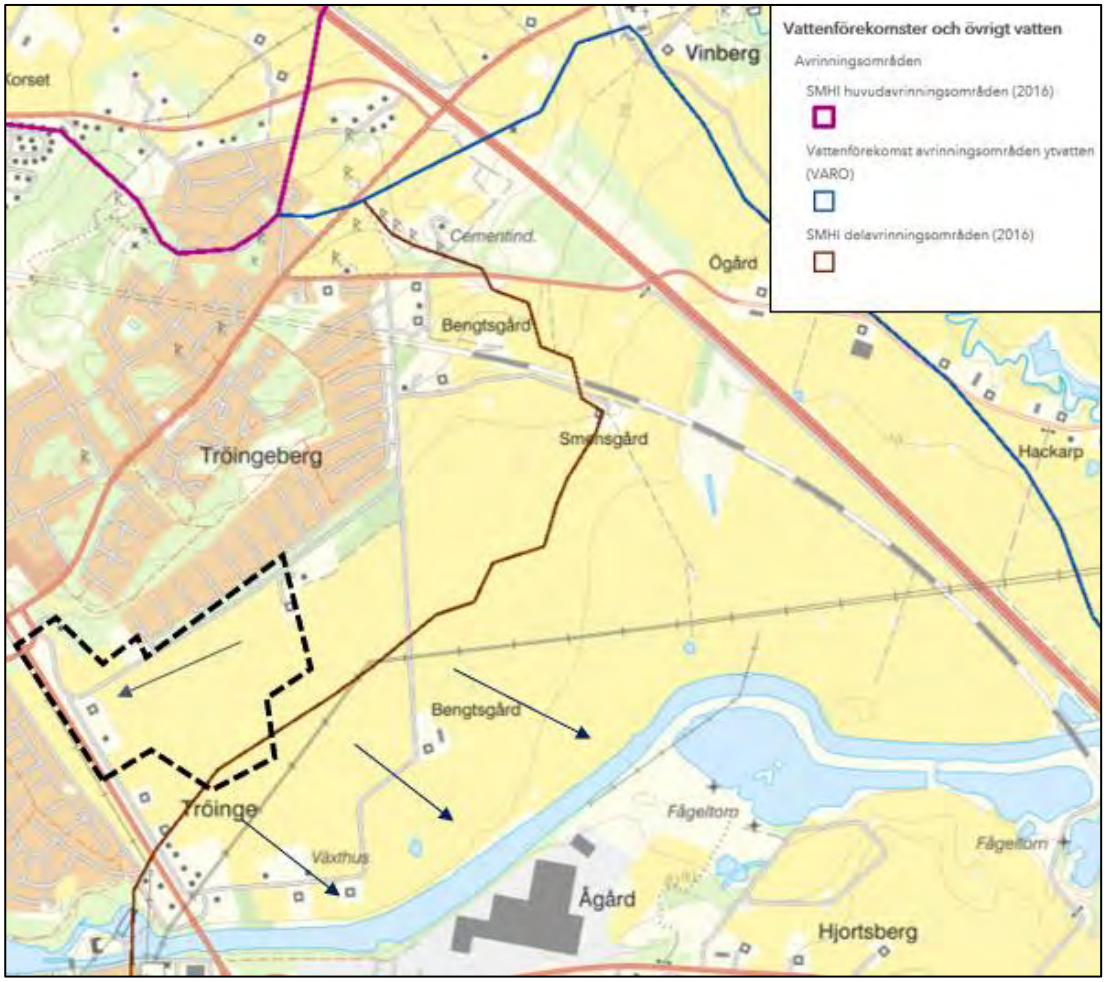
4 Befintlig dagvattenhantering

I detta kapitel beskrivs den befintliga dagvattenhanteringen för hela utvecklingsområdet Tröingedal översiktligt. För skoltomten och närliggande områden beskrivs befintlig dagvattenhantering tillsammans med beräknade flöden och föroreningar från området.

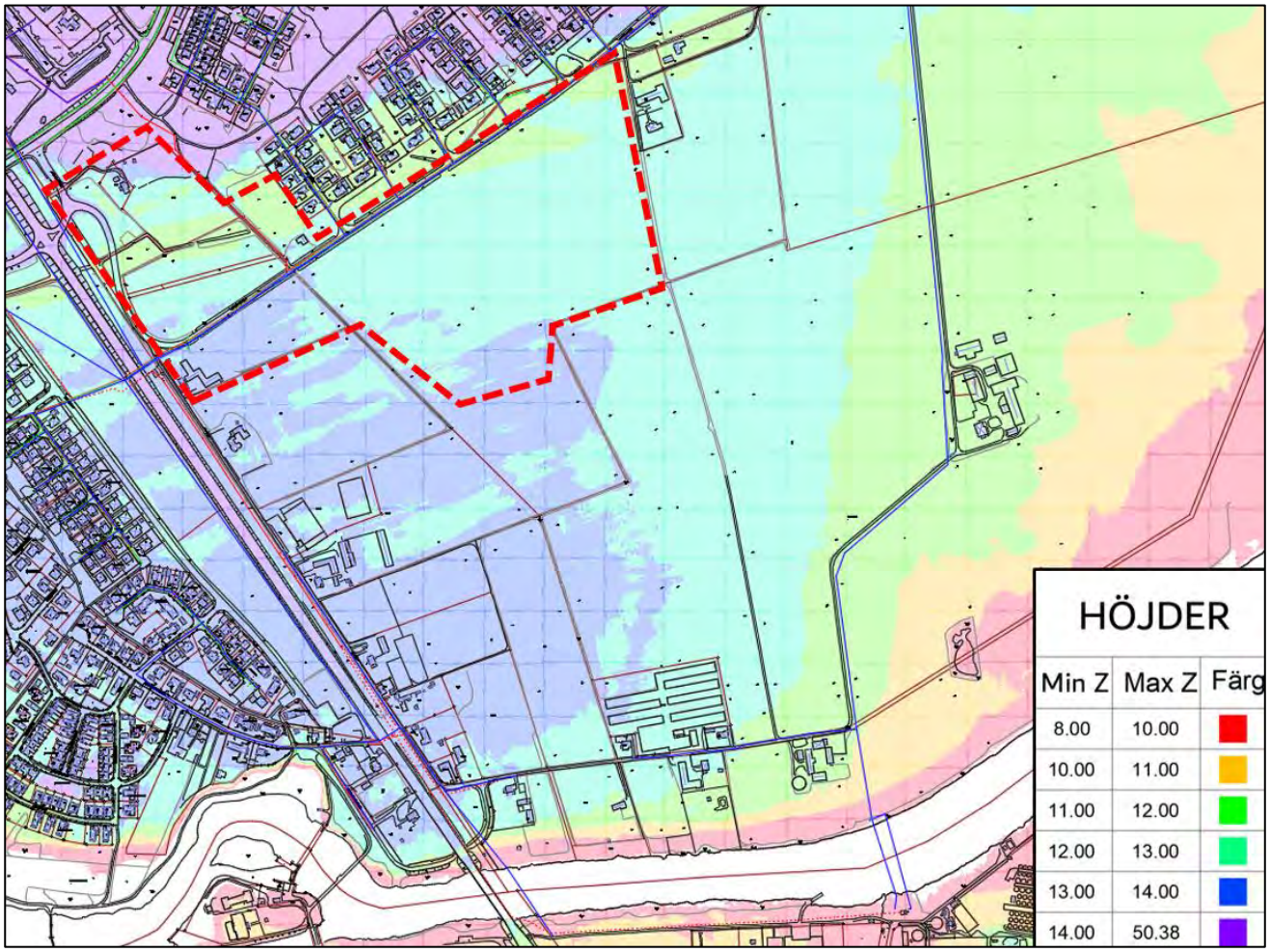
Utredningsområdet utgör ca 16,4 hektar. Skoltomten är belägen i den nordöstra delen av utvecklingsområdet, ca 2 km öster om centrala Falkenberg. Området gränsar i norr till Hällinge Ringväg, i öster till befintlig gård och i söder och väster till befintlig jordbruksmark. Området består i dagsläget av brukad jordbruksmark.

4.1 Avrinningsområden

Utredningsområdet avrinner till Ätran men är uppdelat i två delavrinningsområden som delas av en mindre vattendelare, se Figur 14. Höjddata över området visar att området är väldigt flackt, se Figur 15. Skoltomten ligger i det norra av de två avrinningsområdena.



Figur 14. Avrinningsområden enligt SMHI (Vatteninformationssystem Sverige, 2020). Svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge och pilarna visar flödesriktningen för markavvattning



Figur 15. Höjddata över området. Överlag är området väldigt flackt med en liten höjdrygg i västra delen av området. Detaljplaneområdet markerat med streckad röd linje.

Den norra delen av området avvattnas mot befintligt dike längs Hällinge ringväg. Diket rinner vidare västerut under väg 767, se kapitel 2.3. På grund av områdets flacka topografi samlas en stor mängd vatten i och i närheten av diket vid kraftiga regn. Skyfallskarteringen visar att de ytliga avrinningsvägarna när diket är fullt sker österut och sedan vidare söderut mot Ätran. Detta innebär ytterligare en faktor att beakta vid utformning av det nya området, dagvatten rinner i dagsläget av åt nordväst medan skyfallsvatten rinner av mot sydöst.

4.2 Platsbesök

För att få en god bild av planområdet, gjordes ett platsbesök 2020-05-19 tillsammans med kommunens VA-planerare Lennart Lorick och Lars-Erik Johansson. Ett kompletterande platsbesök utfördes 2020-10-22. I Figur 16- Figur 28 nedan visas ett antal skisser och fotografier över observationerna från platsbesöken.

Figur 16, Drönarbild över Hällinge Ringväg och utvecklingsområdet sett från norr (Foto: Norconsult)

Figur 17, Drönarbild över södra delen av utvecklingsområdet sett från söder (Foto: Norconsult)

Figur 18. Området karakteriseras av platt åkermark (Foto: Norconsult)

Figur 19 beskriver inventeringen med en bokstav för varje foto där det är taget.

Figur 19. Våtmarks/sumpområden och diken som observerats i fält markeras i rött. Blå linje visar Ätrans högvattenlinje och svart streckad linje visar planområdets ungefärliga läge.

Figur 20. Befintlig bebyggelse och sankt område markerat med rött, se markering A i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 21. Dike norr om området, se markering B i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 22. Dike norr om området, se markering C i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 23. Hällinge ringväg i Norra delen av området, se markering D i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 24. Dike, se markering E i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 25. Sankt område, se F i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 26. Området karakteriseras av platt åkermark, fotot är taget vid markering G i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 27. Fotot är taget vid markering H i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 28. Fotot är taget vid markering I i Figur 19 (Foto: Norconsult)

Figur 29. Fotot är taget vid markering J i Figur 19 (Foto: Norconsult)

4.3 Befintliga dagvattenflöden från utredningsområdet

Beräkning av befintliga flöden från skoltomten och omkringliggande områden har skett med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$Q = A \times \varphi \times i$

Q = flöde [l/s]
A = avrinningsområdets totala yta [ha]
φ = avrinningskoefficient [-]
i = dimensionerande regnintensitet [l/(s,ha)]

Det dimensionerande flödet från avrinningsområdet erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Avrinningskoefficienter för befintliga och framtida markslag kan ses i Tabell 4 nedan.

Den dimensionerande rinntiden inom området sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Dimensionerande varaktighet för befintlig situation har satts till 30 minuter, vilket bedöms vara koncentrationstiden för området. Regnintensiteten för ett regn med varaktigheten 30 minuter och för olika återkomsttider kan ses i Tabell 5 nedan. Delavrinningsområdena i Tabell 5 illustreras i Figur 30.

Tabell 4. Avrinningskoefficienter, enligt P110

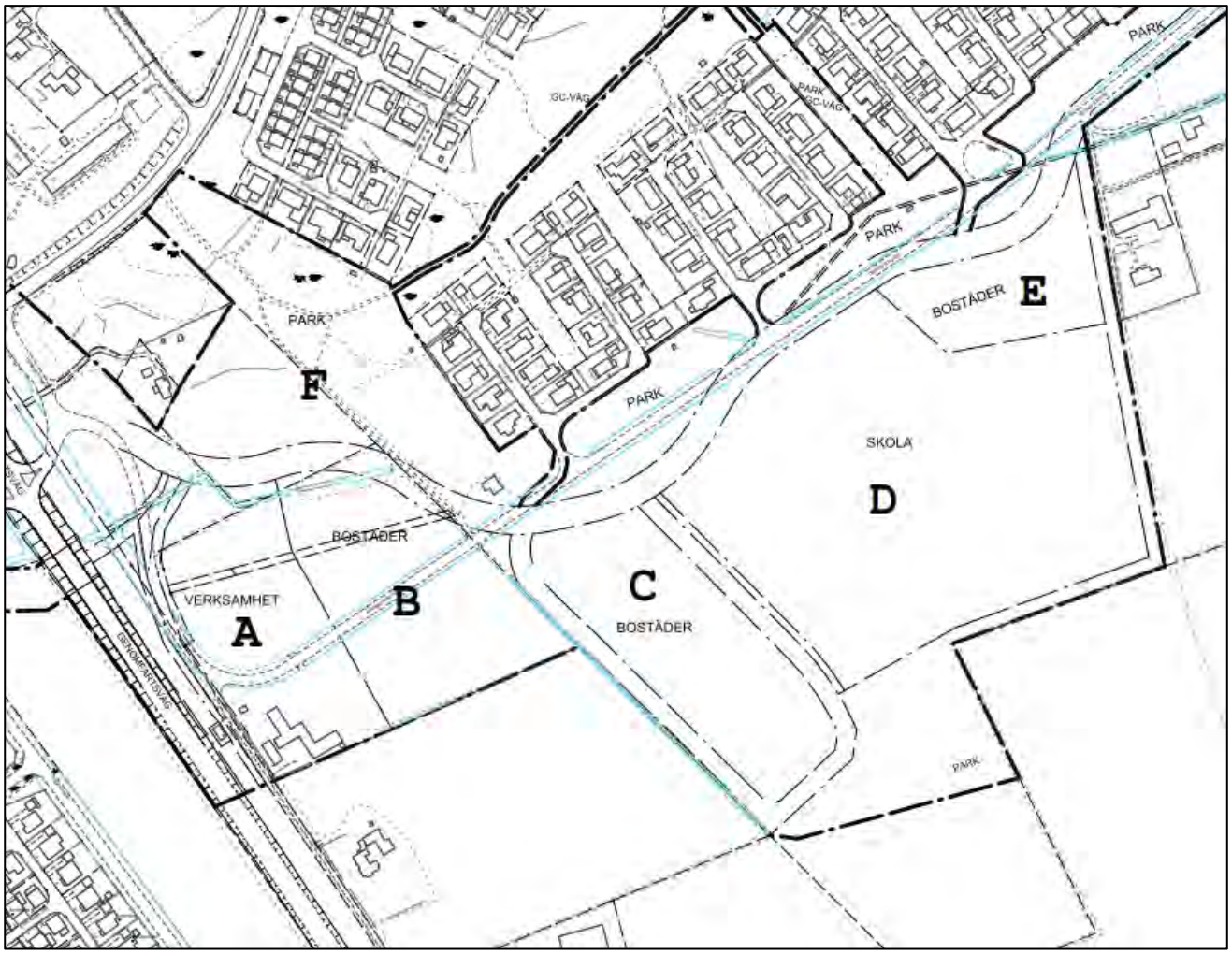
Markanvändning	φ
Asfalt	0,8
Takyta	0,9
Naturmark/åkermark	0,1

Tabell 5. Regnintensitet för ett regn med 30 minuters varaktighet för olika återkomsttider

Återkomsttid (år)	Intensitet (l/s, ha)
5	92
20	145
100	247

Tabell 6. Befintliga dagvattenflöden

Delavrinningsområde	Area [ha]	Red area [ha]	$Q_{5\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{20\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{100\text{-årsregn}}$ [l/s]
A	1,75	0,17	16	25	43
B	2,28	0,23	21	33	56
C	1,95	0,2	18	28	48
Gatumark	2,32	0,23	21	34	58
D (Tröingeskolan)	6,1	0,61	56	89	150
E	1,00	0,1	9	14	24
F (Parkområde)	1,02	0,1	9	115	25
TOTALT	**16,4**	**1,6**	**150**	**240**	**400**



Figur 30. Översikt delområden.

4.4 Befintlig föroreningsbelastning från utredningsområdet

Vid exploatering påverkas föroreningsbelastningen, dels på grund av att flödet ändras, dels till följd av att sammansättningen av föroreningar skiljer sig mellan olika typer av markanvändning.

Föroreningsbelastningen har beräknats för skoltomten och omkringliggande områden både för befintlig och framtida situation med hjälp av databasen StormTac. Beräkningarna baseras på schablonvärden uppbyggda av uppmätta värden i dagvatten från olika marktyper. Markanvändningen för den befintliga situationen är satt till jordbruksmark. Då beräkningarna i StormTac är baserade på schablonvärden från faktiska mätningar finns en osäkerhet inbyggd i beräkningarna. Vissa markanvändningar har få datapunkter, vilket gör att osäkerheten ökar. Resultatet presenteras i siffror men försiktighet bör beaktas vid studerande av dessa siffror och de bör ses som en indikation snarare än fakta.

Beräkningarna har delats upp i två delar där skolan och bostadsområdet i skolans omedelbara närhet har ansatts som ett avrinningsområde och övriga delar i planområdet ett avrinningsområde. Detta då skolan och bostadsområdet behöver hantera dagvatten på södra sidan Hällinge ringväg och ansluta till dagvattenledningen i Hällinge ringväg. Övriga exploateringar nyttjar nya dagvattendammar på norra sidan Hällinge ringväg för dagvattenhantering.

I Tabell 7 och Tabell 8 nedan redovisas beräkningsresultaten före exploatering för de två avrinningsområdena. I tabellerna presenteras beräknat årsmedelvärde för föroreningshalter uttryckt i koncentration (µg/l) och därefter den föroreningsmängd som alstras på årsbasis (kg/år). Föroreningsmängden per år är baserat på årsmedelnederbörden enligt SMHI:s mätstationer på 769 mm/år (StormTac, 2020).

Tabell 7. Befintlig föroreningsbelastning från skolområdet

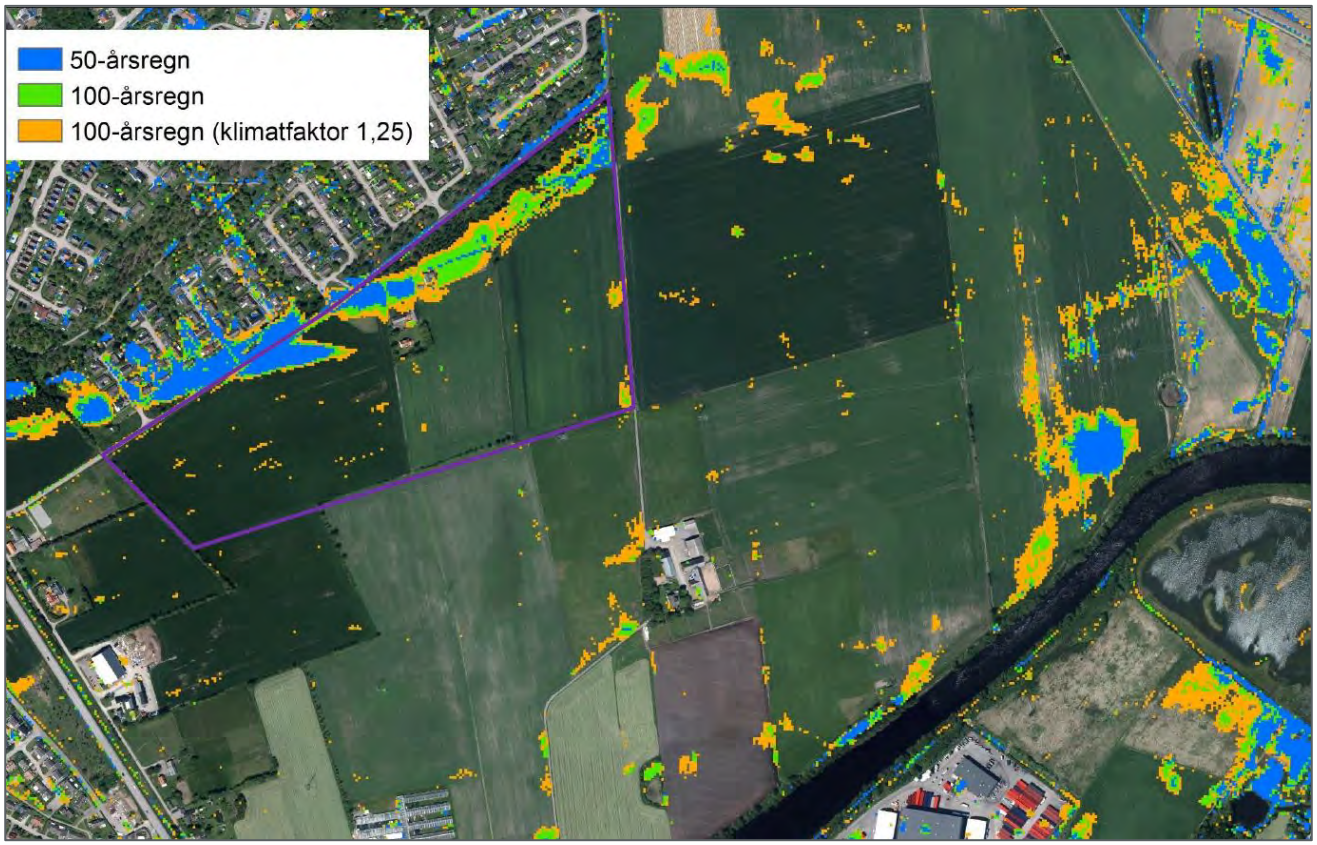
Ämne	Koncentration (µg/l)	Årlig mängd (kg/år)
P	95	1,6
N	2 400	42
Pb	8,1	0,14
Cu	13	0,23
Zn	20	0,35
Cd	0,1	0,0017
Cr	1,6	0,028
Ni	0,97	0,017
Hg	0,005	0,001
SS	100 000	1 700
Olja	170	2,9
PAH16	0,038	0,0007
BaP	0,0038	0,00007

Tabell 8. Befintlig föroreningsbelastning från övriga planområdet

Ämne	Koncentration (µg/l)	Årlig mängd (kg/år)
P	140	4,1
N	3 500	100
Pb	7,3	0,21
Cu	12	0,35
Zn	20	0,58
Cd	0,1	0,003
Cr	2,1	0,062
Ni	1,4	0,039
Hg	0,005	0,00014
SS	100 000	2 900
Olja	180	5,2
PAH16	0,062	0,0018
BaP	0,0062	0,00018

4.5 Skyfallskartering och påverkan av extrema regn

Sweco tog 2017 fram en skyfallskartering för Falkenbergs tätort med 8x8 m upplösning se Figur 31, (Sweco, 2017). Resultatet visar ett öst-västligt stråk i den norra delen av området omkring nuvarande Hällinge Ringväg där översvämning kommer att vara utbredd vid stora regntillfällen. Det maximala vattendjupet överstiger en halv meter på stora ytor. Översvämningens utbredning omfattar ett antal av de befintliga villatomterna i Tröingeberg, se Figur 31 nedan.



Figur 31. Skyfallskartering Falkenbergs tätort (Sweco, 2017) med översvämningsutbredning för olika återkomsttider.

5 Vision kring hantering av källsorterande system för avloppsvatten och matavfall

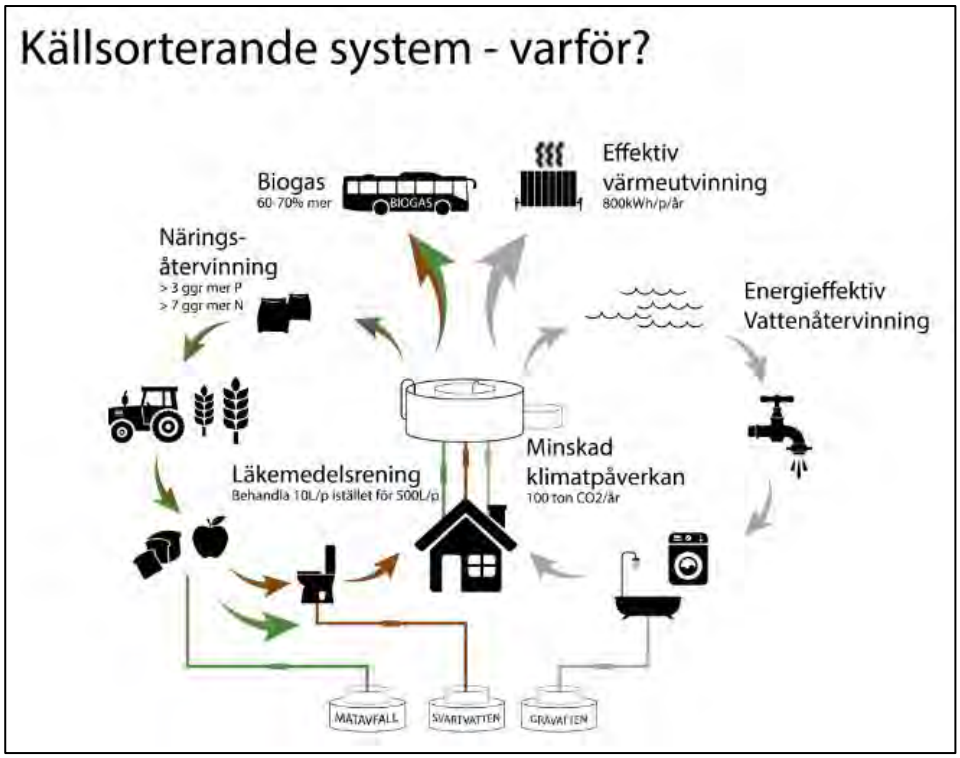
I detta kapitel beskrivs olika former av källsortering av materialströmmarna från fastigheterna. Kapitlet syftar till att ge inspiration hur system kan fungera och hur de använts i andra delar av världen.

5.1 Varför källsortera?

Vi lever över våra tillgångar och behöver därför ställa om och bli bättre på att hushålla med det vi har i form av näring, energi, vatten, material, yta och saker - för klimat, livsmiljö, hälsa och ekonomi. Vi måste planera, bygga och agera så att våra resurser kan cirkulera i giftfria kretslopp och på ett sätt så att vi kan återbruka och återvinna mer. Det är mest ekonomiskt ansvarsfullt att långsiktigt hushålla med resurserna och göra kloka val.

Inom planområdet planeras en skola byggas vilket är ett ypperligt tillfälle att visa upp hållbarhetstänket på ett pedagogiskt sätt för lärande för hållbar utveckling. Här är det möjligt att visa upp kretslopp av olika materialströmmar från fastigheten samt ge eleverna en förståelse för resurshushållning.

Ett sätt att tillvarata resurser är att frångå det konventionella tvårörssystemet för avlopp till system där avfallsströmmar separeras i till exempel svartvatten, gråvatten och matavfall, vilket möjliggör återvinning av värme och vatten, ökad återvinning av näringsämnen och produktion av biogas, samt minskad klimatpåverkan. Slam från källsorterande avloppsssystem är renare och innehåller t.ex. inte lika mycket tungmetaller som slam från våra konventionella avloppsreningsverk (Kjerstadius, 2015).

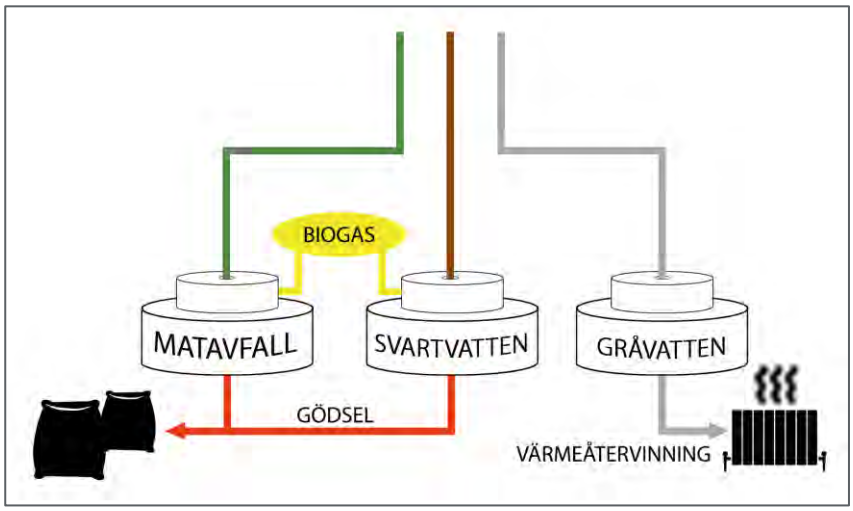


Figur 32. Ta tillvara resurser med källsorterande system (Skiss: Norconsult)

5.2 Avfallsströmmar inom fastigheten

För att fullt utveckla ett eget kretslopp bör områdets avloppsströmmar separeras eller förberedas för att senare kunna separeras. För att ta tillvara resurser inom fastigheten kan avfallsströmmar delas upp enligt följande:

- Matavfall
- Restavfall (avfall som inte är matavfall)
- Svartvatten (vatten från wc)
- Gråvatten / BDT-vatten (bad, disk och tvätt)
- Dagvatten (regn och smältvatten)



Figur 33. Uppdelning av avfallsströmmar från hushåll för att ta tillvara dess resurs (Skiss: Norconsult)

5.2.1 Separering av avfallsströmmar

Genom att separera avfallsströmmar från hushållen som innehåller hög andel av organiskt material så möjliggör det för en effektivare produktion av biogas. Det är främst avfall från toaletter som oftast benämns svartvatten och matavfall som innehåller mest organiskt material i en koncentrerad fraktion (Tabell 9) och är därför intressantast med hänsyn till biogasproduktion. Produktion av biogas kan minska användningen av fossila drivmedel. Även näringsämnena kväve, fosfor och kalium finns koncentrerade i svartvatten och blir lättare att återvinna i en koncentrerad ström, utan spädning med gråvatten.

Tabell 9. Fördelning av organiskt material (COD), kväve, fosfor och kalium mellan matavfal, svartvatten och BDT-vatten (data från *(Kujawa-Roeleveld, 2006)*).

	Matavfall	Svartvatten	Gråvatten
COD (vikt-%)	33	38	29
Kväve (vikt-%)	9	82	9
Fosfor (vikt-%)	12	68	12
Kalium (vikt-%)	4	78	18

5.2.2 Matavfall

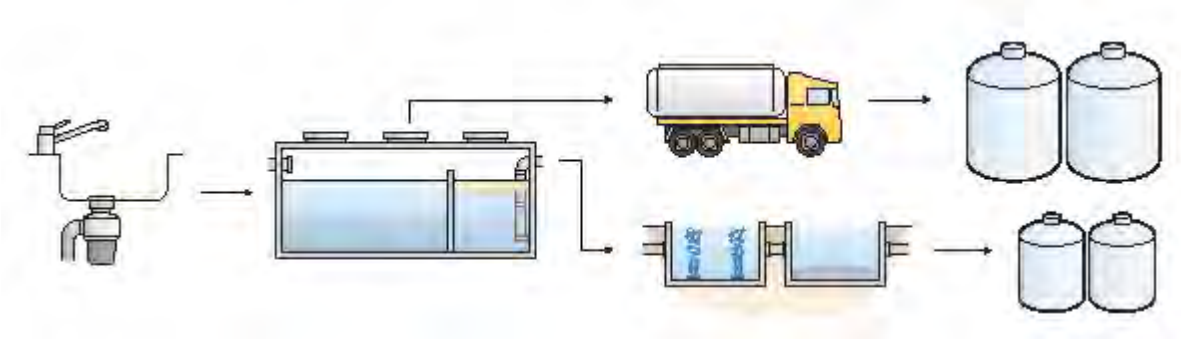
Insamling av matavfall kan ske på många olika vis, nedan ges exempel på hur:

- Matavfallet läggs i separata påsar och avfallskärl och transporteras bort via avfallsfordon
- Matavfall via köksavfallskvarn ansluter till avloppsledning och avleds till reningsverket
- Matavfall via köksavfallskvarnar samlas upp i underjordisk tank lokalt i området.
  - Tanken är utformad så att det organiska materialet skall hamna vid ytan och botten
  - Slammet hämtas med slamsug och transporteras direkt till befintliga rötkammare eller separat behandling
  - Vattnet i klarfasen avleds till reningsverket
- Matavfall via köksavfallskvarnar behandlas lokalt
- Matavfall via köksavfallskvarnar till MASV ledning – mat och svartvatten i samma ledning som avleds i separat ledning till reningsverket eller till en gemensam uppsamlingstank för vidare transporteras med slambil till reningsverk/lokal reningsanläggning.

Att sortera ut matavfall via påsar och separata avfallskärl är vanligt förekommande i Sverige.

Det finns några exempel på kommuner som har tillåtit att matavfall via köksavfallskvarnar ansluter direkt till avloppsystemet. Det är främst tre problem kring transport av matavfall i ledningsnätet som kan uppkomma och det är fettansamling, nedbrytning av organiskt material i ledningssystem och risk för ökad svavelvätebildning. En utav fördelarna med köksavfallskvarnar är att hushållen upplever ökad bekvämlighet med kvarnar jämfört med uppsamling i påsar i hushållen.

Det finns system där matavfall från köksavfallskvarnar samlas upp lokalt i underjordiska tankar. I tanken separerar det organiska materialet från vattnet och hamna på vattenytan och på botten av tanken. Det organiska materialet hämtas med slamsug och transporteras till rötkammare och vattnet i tanken leds vidare till spillvattensystemet till avloppsverket, se Figur 34 nedan. Erfarenheter av detta system som omnämns är nedbrytning av organiskt material i tanken. Det finns även en risk att näringsämnen och organiskt material avleds till ledningsnätet och inte stannar kvar i tanken. Fördelen är att det organiska materialet kan köras direkt till rötkammaren utan någon förbehandling.



Figur 34. Matavfall via köksavfallskvarn som samlas upp i tanksystem. Det organiska materialet hämtas med slamsugningsfordon och vatten avleds till reningsverket via ledningssystemet. Källa: VA-syd

Insamling av matavfall med köksavfallskvarn kopplat till vakuumledningsnät skiljer sig inte mycket från insamling till vattenburet ledningsnät. Tekniken skiljer sig något från vattenburna system då matavfallet med hjälp av undertryck sugs igenom kvarnens skärblad och vidare till vakuumledningsnät när systemet startas vilket minskar spolvolymen av vatten.

5.2.3 Svartvatten

Svartvatten innehåller nästan hälften av det organiska materialet och merparten av näringsämnen som släpps ut med hushållsspillvatten och matafvall. Utöver det innehåller svartvatten merparten av patogener, hormoner och läkemedelsrester.

Insamling av svartvatten kan ske på många olika vis, nedan beskrivs hur:

- Konventionella WC (12 l per spolning)
- Snålspolande WC (4 - 6 l per spolning)
- Vacuumtoaletter (1 l per spolning)

Snålspolande toaletter späder inte ut avloppsströmmen lika mycket som vanliga WC vid transport i separat ledning. I vakuumsystem används ytterst lite spolvolym som kombineras med att svartvatten sugs ut. Nackdelen med vakuumsystem är att dessa avger en relativt hög ljudnivå. De två sista alternativen bidrar till minskad vattenförbrukning. Utöver dessa alternativ finns det urinseparerande toaletter som skiljer ut urin, som innehåller hög kvävehalt.

Transport och behandling av svartvatten kan ske på följande sätt:

- Transport:
    - Uppsamling i tank och transport via slamsugbil
    - Avledning via ledning till reningsverk
    - Avledning till lokal anläggning
- Behandling:
    - Anaerob behandling:
        - Behandling i rötkammare
        - Behandling i UASB-reaktor
        - Behandling i anaerob membranbioreaktor
    - Våtkompostering

5.2.4 Gråvatten

Gråvatten består av bad-, disk- och tvättvatten och innehåller energi i form av värme. Vid separerade flöden infinner sig möjligheten att tillvarata värmeenergi direkt från gråvatten, som också är den varmare, volymmässigt största (>70%) och mer lätthanterliga fraktionen. Med en värmeväxlare kan man återvinna värmen från gråvatten och förvärmer fastighetens inkommande kallvatten alternativt värma upp fastigheten.

Det finns ett forskningsprojekt i Göteborg i ett studentboende (HSB Living Lab) som återanvänder vatten från duschar och handfat. Anläggningen sparar vatten, teoretisk 39%. Den stora vinningen är dock energibesparing eftersom det renade vattnet har en temperatur på 25 grader, i jämförelse med kommunalt vatten som brukar vara runt 12 grader. Den total energibesparing för systemet är ca 60 % av den varmvattenuppvärmningen som går åt till duschvattnet (Caroline Holm, 2021).

Återanvändning av själva vattnet är komplicerat och det krävs behandling beroende på användningsområde. Gråvatten innehåller, liksom svartvatten, föroreningar se Tabell 9, men även mikroföroreningar såsom tensider

(anioniska och nonioniska), doft- och smakämnen, konserveringsmedel, biocider och UV-filter. Det är möjligt att återanvända gråvatten för spolning av toalett, som tvättvatten och duschvatten. Framförallt det senare kräver en gedigen riskbedömning och undersökning av social acceptans.

Genom att separera gråvatten är det möjligt att rena vattnet lokalt utan att avleda det till traditionellt avloppsreningsverk. Det finns flera exempel i Sverige och Holland där gråvatten renas lokalt och avleds till närmast recipient.

5.3 Vattenbesparande åtgärder

Det finns flera möjligheter och metoder för att spara på dricksvatten. Dels tekniska lösningar som begränsar vattenåtgången (snåspolande toaletter och munstycken) och dels möjligheten att återanvända vattnet t ex att använda gråvatten till toalettspolning.

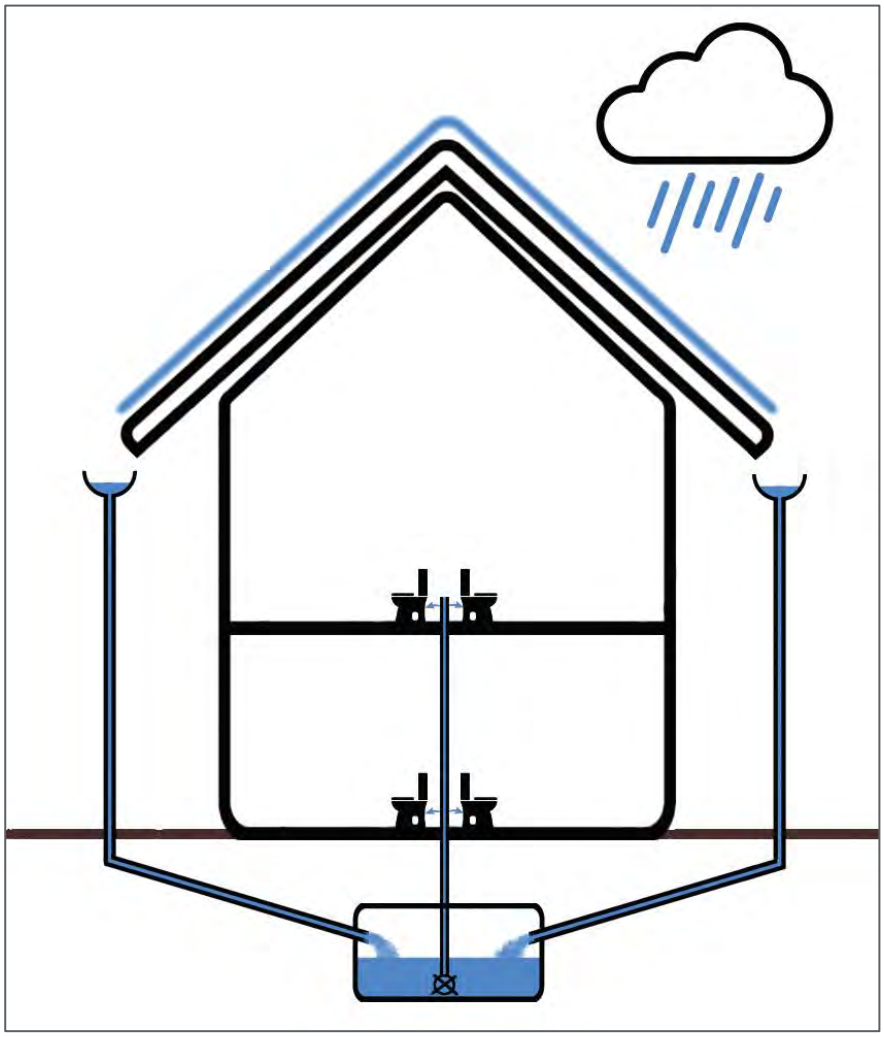
5.3.1 Återanvändning av dagvatten

Det finns stor potential att spara dricksvatten genom att komplettera den allmänna dricksvattenresursen med att samla in regnvatten. Vattnet sedan kan användas till bevattning, men regnvatten kan också med fördel användas för mer avancerade syften som att spola toaletter och som vattenkälla till tvättmaskin.

Det finns på marknaden komplett system för uppsamling och rening av regnvatten för återanvändning. Regnvatten för toalettspolning avleds från takytor, filtreras genom ett eller flera stuprörsfilter och samlas upp i en lagringstank som placeras inomhus eller förläggs i mark. Pump kan antingen installeras i lagringstanken (dränkbar) eller inomhus och sugledningen förses med flottör för att undvika att eventuella större partiklar som ej filtrerats bort kommer med. Kallvatteninblandningen i tanken sker med fritt fall via en trycklös zon för att undvika en möjlig bakåtströmning av regnvatten till tappkallvattnet, eller med hjälp av en distributionsenhet, vilket i princip är en mindre tank där regnvatten och tappkallvatten samlas.

För ett hushåll bestående av 3 personer, boende i ett hus med en tak area av 120 m^2, och som har en regnvattentank av minst 3 m^3, kan hela hushållets vattenförbrukning för toalettspolning eller 25 l/person/dygn, ersättas med regnvatten (Caroline Holm, 2021).

Det finns flera anläggningar för återanvändning av regnvatten för bland annat skolor och konferensanläggningar, till exempel i Kalmar (exempelvis Teleskolan31) och Chalmers miljöhus i Göteborg (sedan ca 10 år). Det finns flera kommuner, framför allt på Sveriges ostkust, som i områden med begränsad grundvattentillgång återanvänder regnvatten. Detta görs i, bland annat Norrtälje och Nynäshamn.



Figur 35 Uppsamling av regnvatten för spolning av toaletter (Skiss: Norconsult)

5.4 Användarperspektiven

När man ska introducera okonventionella system för matavfall och avlopp så är det viktigt att användarna får information om nytt användningssätt samt syfte med förändringen för att de ska känna sig motiverade att ändra sina vanor. För att lyckas så ska det vara lätt att göra rätt.

5.5 Omvärldsbevakning

Typerna av system som är beskrivna ovan är ännu inte så vanliga i Sverige. I detta kapitel beskrivs några exempel från Sverige och Europa som byggs med källsorterande avfallssystem.

Djurgårdstaden, Stockholm

I norra Djurgårdstaden har en liten del av hushållen köksavfallskvarnar där matavfallet samlas upp i en tank i anslutning till huset. I de flesta hushållen finns köksavfallskvarnar där matavfallet ansluter till avloppssystemet för transport till reningsverket.

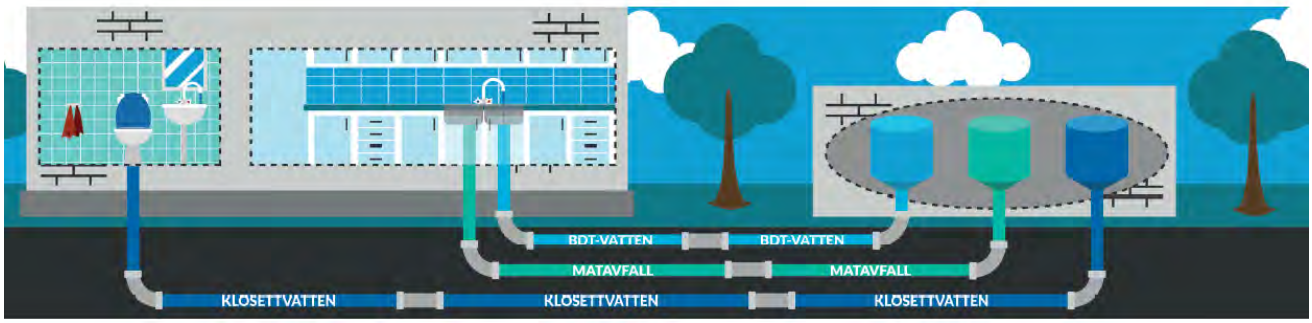
Västra hamnen, Malmö

Västra hamnen i Malmö har i kvarter Fullriggaren 16 fastigheter, där alla 614 lägenheter har matavfallskvarnar i sina lägenheter. Dessa installerades när området byggdes och kvarnarna monterades direkt i ordinarie diskho. Fastigheterna försågs med dubbla avloppsstammar, en från badrummet som går till ordinarie spillvatten och en från köket som leds till en avskiljningstank. En pump på varje fastighet trycker köksavloppet till denna gemensamma avskiljningstank. Slammet körs med slamsugbil till biogasanläggning. Vatten som bräddas från tanken förs ut på spillvattenledningsnätet och vidare till reningsverket (Kärrman, 2017).

Oceanhamnen, Helsingborg

I Oceanhamnen utevceklas ett hållbart och modernt område för ca 10 000 personer. Här har man separerat matavfall via köksavfallskvarnar, BDT-vatten och klosettvatten via vakuumtoaletter som transporteras i separata ledningar till avloppsverket som ligger i anslutning till stadsdelen, se Figur 36 .

Här återvinns värmen från BDT-vatten genom värmeväxling direkt i fastigheterna. Värmen från BDT-vatten användas för att värma upp fastigheten (Run4Life, 2020; Kärrman, 2017).



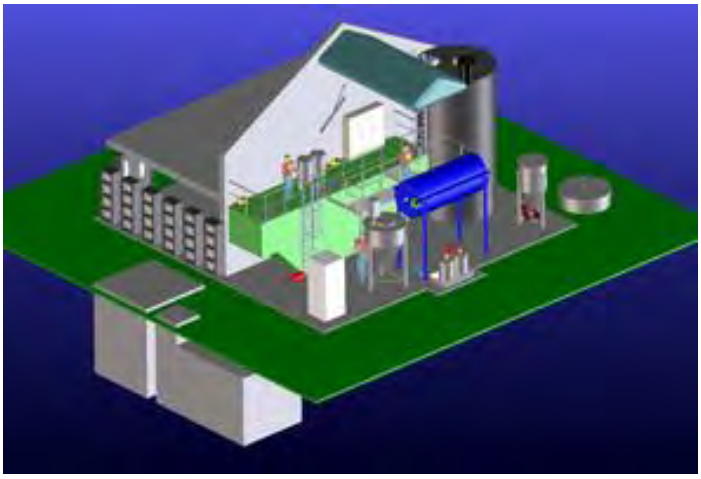
Figur 36 Avledning av avfall I 3 rör i Oceanhamnen i Helsingborg

Noorderhoek, Sneek

I stadsdelen Noorderhoek 1 i Sneek (Nederländerna) har 282 äldre hus rivits för att ge plats för 232 nya bostäder. I samband med detta tillämpas innovativa och hållbara tekniker för att kraftigt minska energiförbrukningen och miljöpåverkan. Området värms upp med lokalt producerad biogas som framställs genom rötning av organiskt material från svartvatten och hushållens matavfall. Fosfor återvinns som struvit. Dessutom återvinns värmeenergin från gråvattnet (Run4Life, 2020).

Lemmerweg Oost, Sneek

I stadsdelen Lemmerweg Oost i Sneek (Nederländerna) pågår sedan år 2006 ett projekt där 32 lägenheter och hus har utrustats med kökskvarnar för att behandla och samla in det organiska köksavfallet, se Figur 37. Lokalt reningsverk Lemmerweg Oost, Sneek (Nederländerna). Systemet separerar dessutom avloppsvattnet i svartvatten och gråvatten, vilket möjliggör för återvinning av kemisk energi som biogas samt fosfor och kväve som NPK-gödsel (flytande och fast) (Run4Life, 2020).



Figur 37. Lokalt reningsverk Lemmerweg Oost, Sneek (Nederländerna)

Buiksloterham, Amsterdam

I omvandlingsområdet Buiksloterham i Amsterdam (Nederländerna) har man infört källsorterande system i delområdena Schoon Schip, bestående av 37 hushåll på husbåtar, och Cityplot, bestående av 5 000 hushåll i flerfamiljhus. I Schoon Schop sorteras urin, avföring, gråvatten och matavfall. I Cityplot hanterar man svartvatten och matavfall tillsammans. Ett reningsverk med kapacitet för 2 400 personekvivalenter är byggt (Kärrman, 2017).

Nieuwe Dokken, Gent

I Gent (Belgien) omvandlas ett industriområde till bostadsområde med 430 bostäder och andra byggnader. Svartvatten, matavfall (gemensamma avfallskvarnar utanför bostäderna) och gråvatten motsvarande 1 200 personekvivalenter samlas upp och behandlas. Svartvatten och matavfall behandlas tillsammans i en UASB-reaktor. Gråvatten behandlas i en membranbioreaktor innan värme återvinns i en värmeväxlare.

Målsättningen är att återanvända allt avloppsvatten genom återvinning av näringsämnen och energi och återanvändning av vattnet i angränsande industri (Run4Life, 2020).

Schipperskaai, Gent

Ett annat omvandlingsområde i Gent med källsorterande system är Schipperskaai, ett område med 400 hus och 1 200 invånare. Svartvatten och matavfall transporteras i vakuumledningar. Gråvatten transporteras med självfall. Det renade vattnet säljs som processvatten till en fabrik (Kärrman, 2017).

Knittlingen, Stuttgart

I Knittlingen, utanför Stuttgart (Tyskland) har man testat olika lösningar i ett område med ett hundratal nybyggda villor (350 personer). Husägarna kunde välja själv vilka lösningar som skulle implementeras, men det centrala vakuumledningsnätet och reningsverk är gemensamt. I detta område producerades dricksvatten och hanterades avloppsvatten De testade vakuumsystem, köksavfallskvarn och regnvattenåtervinning, samt rening med biogasproduktion och näringsåtervinning. Reningsverket är inte i drift längre. Vakuumsystemet är fortfarande i drift och har byggts ut med flera hushåll (Kärrman, 2017).

Jenfelder Au, Hamburg

I området Jenfelder Au i Hamburg är 640 hushåll med ca 20 000 invånare anslutna till Europas största källsorterande system. Gråvatten och svartvatten separeras. Gråvatten renas och värme återvinns innan utsläpp till recipient. Svartvatten samlas in med vakuumsystem och samröts med mat- eller trädgårdsavfall (Kärrman, 2017).

Centro de Negocios Porto do Mollo, Vigo

Business centrum Centro de Negocios Porto de Molle i Vigo (Spanien) där 40 små och medelstora företag är lokaliserade, är alla toaletter utrustade med källsorterande system för separat insamling av svart- och gråvatten. Svartvatten behandlas i en anaerob membranbioreactor. Gråvatten behandlas i en aerob membranreaktor, desinficeras och används för toalettspolning. Näringsämnen från avloppsvatten återvinns för produktion av gödsel och vatten (Run4Life, 2020).

Norrtälje, Södertälje, Uddevalla, Västerås m.fl.

På flertal orter i Sverige lagras urin, våtkomposeras klosettvatten eller hygieniseras klosettvatten med urea. I Norrtälje används våtkompostering för behandling av klosettvatten från enskilda avlopp. I Uddevalla testas gårdsbaserad ureahygienisering av slam från septiktankar och i Hölö, utanför Södertälje, används en kombination av dessa. Klosettvatten inklusive stora volymer spolvatten behandlas. På dessa ställen handlar det om spridd bebyggelse på landsbyggden. I Munga utanför Västerås separarar man gråvatten och svartvatten i ett större bostadsområde. Gråvatten renas i en markbädd innan utsläpp till recipient. Svartvatten hygieniseras genom lagring innan det sprids på åkermark (Kärrman, 2017). Även i Tofsö, Trossa och Ornö, Haninge samlar man upp klosettvatten från större grupper av hus med separata ledningar (VAguiden, 2019).

Göteborg

I området Skogaberg i Göteborg, som byggdes under åren 2002 – 2005 – finns separata ledningar för insamling av svartvatten samt matavfall och gråvatten. Tidigare har man testat att koncentrera näringsämnen i en lokal anläggning. De snålspolande toaletterna och ledningssystemet är fortfarande i drift, men fraktionerna leds till Ryaverket (Kärrman, 2017).

6 Förslag till hantering av avloppsvatten och matavfall vid planering av utvecklingsområdet Tröingedal

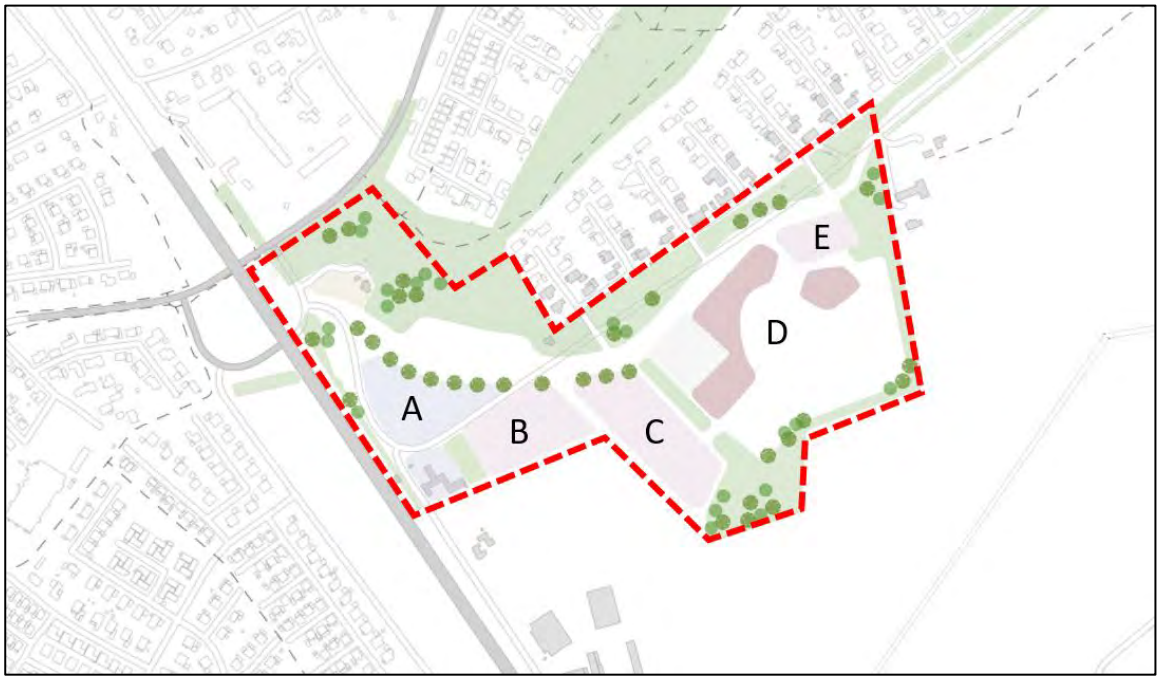
För att uppnå hållbar utveckling i området och syftet i inriktningsdokumentet för planen föreslås att VA-systememet utformas med separerande materialströmmar. Eftersom det befintliga VA-systemet inte har tillräcklig kapacitet är separerade VA-system ett bra sätt att minska belastningen och att tänka nytt.

Avloppsvattnet och avfallet föreslås delas upp i följande:

- Matavfall
- Restavfall (avfall som inte är matavfall, behandlas inte mer i denna utredning)
- Svartvatten
- Gråvatten

6.1 Framtida dimensionerande dricksvattenflöde

En översiktlig beräkning av framtida dricksvattenflöden har utförts. Då underlaget i form av strukturskissen fortfarande är i tidigt skede har ett antal antaganden gjorts. En uppdelning av områdena som potentiellt kommer att exploateras som del i projektet har utförts och inom områdena har ett antal personekvivalenter uppskattats baserat på användningen inom respektive område. Dimensioneringen baseras på traditionell användning av dricksvatten. Moderna tekniker med andra användningsområden för dagvatten samt snålspolande toaletter kan påverka flödena och minska behovet av dricksvatten. Uppdelningen av områdena kan ses i Figur 38 nedan och beräkningarna redovisas i Tabell 10.



Figur 38. Uppdelning av områden för dimensionering

Dricksvattenflöde för tillkommande bostadsområden har beräknats som maxtimflödet under maxdygnet plus eventuellt bidrag från industrier, enligt P110, med formeln:

$$q_{v\_dim} = [(q_{d\_medel} * p) / (3600 * 24)] * c_{d\_max} * c_{t\_max} + q_{v\_verks}$$

q_{v_dim}	Dimensionerande dricksvattenflöde [l/s]
q_{d_medel}	Specifik dricksvattenförbrukning inkl allmän verksamhet [l/s*d]
p	Antal personer
c_{d_max}	Maxdygnsfaktor
c_{t_max}	Maxtimfaktor

Specifik dricksvattenförbrukning inkl. allmän verksamhet har satts till 200 l/s*d. Maxdygnfaktor är satt till 2,3 och maxtimfaktor till 3. Inget bidrag från industri har antagits. Antal anslutna per framtida bostadsområde (delområde B2 och C) beräknades utifrån det totala antalet planerade bostäder och delområdets storlek i förhållande till den totala ytan avsedd för bostäder. För antal anslutna personer per delområde beräknades sedan 2,5 personer/hushåll. Det är något högre än SCB's statistik för Hallands län 2019 (2,3 personer/hushåll) men i enlighet med antal framtida invånare för planområdet (1 875 personer) enligt Falkenbergs kommun.

Vid översiktsplanering är det oftast inte känt vilka verksamheter som kommer att etableras inom ett planerat område och uppgifter om antal anställda saknas. För översiktlig bedömning av vattenbehovet för ett större område kan för sådana områden utan särskilt vattenkrävande verksamhet en specifik förbrukning på 0,1 l/s*ha användas och för maximal timförbrukning 0,8 l/s*ha.

Tabell 10. Dimensionerande dricksvattenflöde P110.

Område	Användning	Area (ha)	Antal lägenheter	Antal anslutna (pe)	$q_{dim\ vatten}$ (l/s)
A	Verksamhetslokaler 2-4 vån	12,7	0	-	10,2
B_1	Verksamhetslokaler 2-4 vån	5,6	0	-	4,5
B_2	Flerfamiljshus 4 vån		263	658	10,5
C	flerfamiljshus 4 vån	13,2	310	776	12,4

I detta skede har den framtida dricksvattenförbrukningen för bostäder antagits motsvara beräknade framtida spillvattenflöden, utan säkerhetsfaktor. En tillkommande släckvattenförbrukning på 20 l/s har gjorts baserat på verksamhetstyp, uppgifter om planerade flerfamiljshus på upp till 5 våningar samt dimensionerande brandvattenflöden enligt P114.

6.2 Framtida dimensionerande spillvattenflöde

Dimensioneringen av spillvattenflödet baseras på traditionella system med avledning av spillvatten och dagvatten separat. Moderna tekniker med andra användningar av spillvatten påverkar flödena och minskar mängden spillvatten som behöver avledas via ledningssystem.

Vid dimensionering av framtida spillvattenflöden antas samma riktlinjer som för dricksvattenflödet (Svensk vatten publikation P110). För att hantera tillskottsvattenflöde och andra osäkerheter multipliceras dimensionerande spillvattenflöde med en säkerhetsfaktor på 1,5 för att erhålla totala avloppsmängden i spillvattensystemet.

Tabell 11. Dimensionerande spillvattenflöden enligt P110.

Område	Användning	Area (ha)	Antal lägenheter	Antal anslutna (pe)	$q_{dim\ spill}$ (l/s)	Säkerhets-faktor 1,5 (inkl tillskotts-vatten)	Svartvatten (l/s) (utan säkerhets-faktor)[1]	Gråvatten (l/s) (utan säkerhets -faktor)[1]
A	Verksamhets-lokaler 2-4 vån	12,7	0	-	10,2	15,2	3,1	7,1
B_1	Verksamhets-lokaler 2-4 vån	5,6	0	-	4,5	6,7	1,4	3,2
B_2	Flerfamiljshus 4 vån		263	658	10,5	15,7	3,2	7,4
C	flerfamiljshus 4 vån	13,2	310	776	12,4	18,6	3,7	8,7

[1] Förutsätter 30% svartvatten, 70% gråvatten

6.3 Insamling och behandling matavfall och avloppsvatten

I detta kapitel föreslås insamling och behandling av matavfall och avloppsvatten för utvecklingsområdet Tröingedal.

6.3.1 Separering av svartvatten

Bostäderna föreslås förses med något av följande system:

- Snålspolande WC
- Vacuumtoaletter
- Urinseparerande toaletter

Det separerade svartvattnet föreslås samlas upp i tank för transport via slamsugbil eller avledning via ledning till en lokal anläggning för behandling i rötkammare eller UASB-reaktor.

6.3.2 Insamling av matavfall

För att inte späda ut eller förorena matavfall (MA) och svartvatten (SV) föreslås att matavfall via köksavfallskvarnar samt svartvatten transporteras i ett gemensamt separerat system. MASV-ledningen från fastigheten ansluter till uppsamlingstankar. I uppsamlingstanken förtjockas materialet för att sedan transporteras till lämplig behandlingsanläggning för biogasproduktion.

Ett alternativ är att avleda enbart matavfall genom kvarn till separat tanksystem för vidare behandling.

6.3.3 Anaerob behandling av avloppsvatten och matavfall

I konventionella avloppsreningsverk bryts kemisk energi (organiskt material) ner med hjälp av luft. Luftningen är energikrävande, ca. hälften av energin som går åt inom avloppsreningsverk används för luftningen. Kväveföroreningar oxideras till nitrat för att sedan reduceras till kvävgas som släpps ut till atmosfären. Fosfor fälls ut kemiskt under tillsättning av kemikalier och hamnar i slammet. I anaerob behandling återvinns kemisk energi som biogas. Kväveföroreningar reduceras till ammonium och är liksom fosfor kvar i slammet. Generellt, så tillämpas höga temperaturer vid drift av anaeroba reningsprocesser. Höga temperaturer är en fördel för anaerob rening, därför är det mer energieffektivt att behandla koncentrerade avfallsströmmar. Även matavfall innehåller höga halter organiskt material och kan därför behandlas anaerobt.

Det finns ett flertal anaeroba processer som kan användas för behandling av svartvatten och matavfall. Exempel är en kontinuerligt omrörd tankreaktor (rötkammare), en anaerob membranbiorekator och en UASB-reaktor. UASB står får ”upflow anaerobic sludge bed”. Processen är beprövad och det finns numera hundratals anläggningar, många av dem i varma länder i Sydamerika och i Indien. Denna process används för behandling av svartvatten och matavfall (separat) i Oceanhamnen, Helsingborg. Slammet sedimenterar i en UASB och bryts ner långsamt, slamuppehållstiden är således lång (254 d i Graaff et al.), medan den hydrauliska uppehållstiden kan vara mycket kortare (8,7 d i Graaff et al.). På grund av detta behövs inte lika stor volym som när man använder en omrörd tankreaktor. Enligt Graaff et al. är reaktorvolymen man behöver per person minst 63 l (16 g COD/l, 5 l/p,d 25 °C). För andra processer behöver man mer än två gånger så stora reaktorer (Graaff, 2010). Vattenfasen är rik i näringsämnen och kan användas som gödsel direkt. Om ingen avsättning finns kan fosfor och en del av kvävet återvinnas som struvit. Att återvinna kväve är inte ekonomiskt och därför föreslås konventionell nitrifikation/denitrifikation, eventuellt kombinerat med en anammoxprocess för rening av kväve innan vattnet släpps ut till recipient. Ett alternativ skulle kunna vara att behandla vattnet från den anaeroba behandlingen i ett konventionellt reningsverk, efter fosforåtervinning som struvit.

En anläggning för samrötning av svartvatten och matavfall föreslår uppföras i utkanten av Tröingedal, i närhet av en väg med hänsyn till transport av slam, och i närhet av jordbruksmark där slammet och även den näringsrika vattenfasen kan används.

6.4 Gråvatten

Vid separerade flöden för svartvatten och gråvatten så ges förutsättningar för att tillvarata energi i det betydligt varmare gråvattnet. Med en värmeväxlare kan man återvinna värmen från gråvatten och förvärmar fastighetens inkommande kallvatten alternativt värma upp fastigheten.

6.5 Föreslagna vatten- och separerade avfallssystem för Tröingeskolan

Skolan och skolmiljön planeras för en hög ambitionsnivå med avseende på hållbarhet vilket också gör att själva miljön blir en pedagogisk plattform för lärande för hållbar utveckling. Det finns andra förutsättningar vid skolbyggnation för separerade avfallssystem jämfört med hushåll och skolbyggnaden föreslås utformas med separerande VA-system så långt det är möjligt. Avloppsvattnet och avfallet bör delas upp i följande:

- Matavfall
- Restavfall (avfall som inte är matavfall behandlas inte mer i denna utredning)
- Svartvatten
- Gråvatten/BDT-vatten

6.5.1 Matavfallssortering

På skoltomten kommer ett skolkök byggas för servering av skolluncher. Det innebär att det uppstår stora mängder matavfall i en byggnad. Därför är det lämpligt att sortera ut matavfall enligt någon av följande alternativ, vilka behöver utredas mer i detalj:

- Matavfall via köksavfallskvarnar samlas upp i underjordisk tank lokalt i området.
  - Tanken är utformad så att det organiska materialet skall hamna vid ytan och botten
  - Slammet hämtas med slamsug och transporteras direkt till befintliga rötkammare eller separat behandling
  - Vattnet (klarfasen) i tanken leds vidare till ledningsnätet till reningsverket
- Matavfall via köksafvallskvarnar behandlas lokalt
- Matavfall via köksavfallskvarnar till MASV ledning – mat och svartvatten i samma ledning som avleds till en gemensam uppsamlingstank för vidare transporteras med slambil till reningsverk/lokal anläggning

6.5.2 Separering av svartvatten

Skolbyggnaden kommer generera stora mängder svartvatten. Eftersom det är många som kommer att använda toaletter föreslås ett enkelt och driftsäkert system som snålspolande WC.

Det separerade svartvatten bör sedan samlas upp i tank för transport via slamsugbil eller avledning via ledning till en lokal anläggning för behandling. Här kan man överväga om svartvatten och matavfallet ska hanteras i gemensamt system.

6.5.3 Separering av gråvatten

Vid separerade flöden för svartvatten och gråvatten så ger det förutsättningar för att tillvarata energi i det betydligare varmare gråvattnet. Både vid skolkök och sporthallar används stora mängder gråvatten. Med en värmeväxlare kan man återvinna värmen från gråvatten och förvärma fastighetens inkommande kallvatten alternativt värma upp fastigheten.

6.5.4 Återanvändning av dagvatten

Det finns flera skolor med anläggningar för återanvändning av dagvatten som har varit drift under lång tid. Uppsamlat dagvatten kan användas för bevattning och kan även ersätta dricksvatten vid toalettspolning.

6.5.5 Framtida dimensionerande dricksvattenflöde

En översiktlig beräkning av framtida dricksvattenflöde för skoltomten har baseras på traditionella användning dricksvatten. För dimensionering av skoltomten har riktlinjerna i Svenskt Vatten publikation P114 använts. Svenskt Vatten föreslår specifik vattenförbrukning för skolbyggnader till 25 l/elev/dygn.

Dimensionerande dricksvattenförbrukning för skoltomten som maxtimflödet under maxdygnet, enligt P114, med formeln:

$$q_{v\_dim} = [(q_{d\_medel} * p) / (3600 * 24)] * c_{d\_max} * c_{t\_max}$$

q_{v_dim}	Dimensionerande dricksvattenflöde [l/s]
q_{d_medel}	Specifik dricksvattenförbrukning per elev
p	Antal elver
c_{d_max}	Maxdygnsfaktor
c_{t_max}	Maxtimfaktor

Maxdygnfaktor är satt till 2,3 och maxtimfaktor till 3.

Tabell 12. Dimensionerande dricksvattenförbrukning för skoltomten

Område	Användning	Area (m^2)	Antal elever	Specifik vattenförbrukning (l/elev/dygn)	$Q_{dim\ vatten}$ (l/s)
Skolan & Sporthall	Skola/Sporthall	62 250	1 000	25	2

6.5.6 Framtida dimensionerande avloppsvattenflöde

Dimensionering av spillvattenflödet baseras på traditionella system med avledning av spillvatten och dagvatten separat. Moderna tekniker med andra användningar av spillvatten påverkar flödena och minskar mängden spillvatten som behöver avledas via ledningssystem.

Vid dimensionering av framtida spillvattenflöden antas samma riktlinjer som för dricksvattenflödet, se ovan. För att hantera tillskottsvattenflöde och andra osäkerheter multipliceras dimensionerande spillvattenflöde med en säkerhetsfaktor på 1,5 för att erhålla totala avloppsmängden i spillvattensystemet.

Tabell 13, Beräknade av dimensionerande avloppsvattenflöde vid traditionell VA-lösning för skoltomten.

Område	Användning	Area (m^2)	Antal elever	Specifik vattenförbrukning (l/elev/dygn)	$Q_{dim\ spill}$ (l/s)	Säkerhetfaktor 1,5 (inkl tillskottsvatten)
Skolan & Sporthall	Skola/Sporthall	62 250	1000	25	2	3

6.6 Föreslaget VA-system

Ett översiktligt förslag på dricks- och spillvattenanslutningar av nya exploateringar har tagits fram och redovisas i Bilaga 3 och 4. Förslaget innebär att samtliga exploateringar kan anslutas med självfall men innebär även att ett antal omläggningar av befintliga ledningar behövs. Befintlig spillvattenledning ligger på norra sidan dagvattenledningen i Hällinge Ringväg och de bägge ledningarna ligger på likartat djup. Detta leder till en problematik vid anslutning söderifrån. Problematiken kan hanteras på ett antal olika sätt, bl.a. genom att ansluta nya serviser med stalp men kräver även viss omläggning av befintlig dagvattenledning, se kapitel 9.3. Anslutning med stalp kräver i vissa fall att Hällinge Ringväg höjs. Befintlig spillvattenledning föreslås dimensioneras upp längs en kortare sträcka.

De befintliga dricksvattenledningarna i nuvarande sträckning av Hällinge Ringväg föreslås läggas om till ny vägsträckning i samband med byggnation av vägen. Se Bilaga 3 och 4 för förslag på nytt VA-system i området.

För den nya skolan föreslås system där många av de tillgängliga teknikerna för lägre vattenföbrukning utnyttjas. Det föreslås snålspolande toaletter och kranar både för de tappställen som är anslutna till dricksvattennätet men även för de som är anslutna till gråvattensystemet där dagvatten återanvänds för toalettspolning.

Gällande dimensioneringsnormer utgår från tappställen med högre förbrukning. Vid detaljprojektering bör den faktiskta förbrukningen beräknas mer exakt för att eventuellt frångå gällande standarder och dimensionera för ett lägre flöde. Detta innebär att området potentiellt skulle kunna anläggas med ledningar av mindre dimension och på så sätt spara in både kostnader och materialanvändning.

7 Vision för hantering av dagvatten, skyfall och högvatten

Framtida exploatering inom området leder till ökad andel hårdgjorda ytor, vilket får till följd att ytavrinningen ökar på grund av minskade infiltrationsmöjligheter och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet.

I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. För att tillse att flödet från området inte ökar i framtiden, samt minimera risken för översvämningar, föreslås utjämning av dagvattenflöden.

För området bör en ytlig hantering av dagvatten eftersträvas. Principen för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) inom området bör följas. På grund av att vissa delar av området omfattas av vattenskyddsområde och en grundvattentäkt bör infiltration användas med stor varsamhet och frågan behöver utredas noggrannare innan infiltration kan föreslås. I vissa fall kan oljeavskiljare och täta diken behöva användas. Hållbarhetsfrågan är viktig för området och inom planområdet bedöms det vara viktigt att ytorna kan användas multifunktionellt. Till exempel kan en våt damm användas multifunktionellt genom att den kan tjäna ett ekologiskt syfte för biologisk mångfald eller om torra dammar anläggs kunna användas för annat ändamål under perioder utan nederbörd.

Det finns ett flertal olika lösningar för utjämning av dagvattenflöden. Dessa kan anläggas såväl på allmän plats som på kvartersmark. Dagvatten fördröjs med fördel så nära källan som möjligt för att på så vis minska de flöden som behöver omhändertas längre nedströms i systemet. Kapitlet nedan presenterar ett antal principlösningar applicerbara både på skoltomten och nedströms i systemet där fokus ligger på öppna lösningar där dagvattnet synliggörs och ses som en resurs i stadsutvecklingen.

Anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten kan anläggas såväl under som ovan mark. Anläggningar ovan mark kräver i regel att mer utrymme tas i anspråk men medför mindre risk för avsänkning av grundvattenytan och kan dessutom bidra med både ekologiska och sociala aspekter med en grönare stadsbild. I många dagvattenlösningar används naturliga reningsprocesser i mark och vatten, framför allt där dagvattnet tillåts passera och filtrera genom vegetation och jord.

7.1 Ytlig avledning av dagvatten

Dagvattnet föreslås i första hand omhändertas ytligt och avledas till naturmark i möjligaste mån. Inom skoltomten föreslås dagvatten samlas upp och ledas ytligt. I figurerna nedan ges exempel på olika typer av ytlig avledning av dagvatten.

Figur 39. Stuprören anslutna till rännor för avledning av takvatten i Malmö (Foto: Emma NK)

Figur 40. Dike I Fornebue, Oslo (Foto: Norconsult)

Figur 41, dike längs cykelväg i Fornebue, Oslo (Foto: Norconsult)

Figur 42. Exempel på ytlig magasinering av dagvatten i Kristianstad (Foto: Emma NK)

7.2 Diken

Diken kan utformas som antingen svackdiken eller öppna diken och används främst vid vägar, gator, gång och cykelbanor där ett öppet dagvattensystem önskas. Meningen är att de skall fungera som transportsystem och magasinering av dagvattnet. Dikena kan förses med strypt utlopp för att vidaregående flöde skall begränsas.

7.2.1 Svackdiken

Med svackdike avses här ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn. Diket bör också ha en liten nedsänkning längs vägkanten för att förhindra uppdämningar vid stora vattenmängder. Se Figur 43 för exempel på svackdike.

Figur 43. Exempel på svackdike (Foto: Norconsult)

Flödena från svackdiken kan ledas vidare till ledning och därför behövs kupolbrunnar som även kan höjas för att på så sätt magasinera vattnet något. Denna metod kan användas för att förbehandla vattnet inför rening då en mindre form av sedimentation utförs.

Svackdiken är effektiva för rening av kväve och även metaller med upp till 20 %. För så god reningseffekt som möjligt krävs underhåll i form av kontinuerlig gräsklippning.

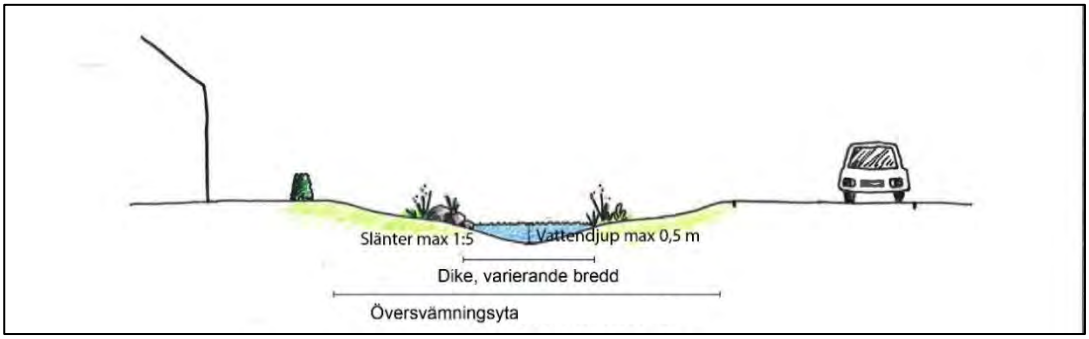
Svackdiken kan även, under vintermånaderna, nyttjas för snölagring och omhändertagande av smältvatten.

7.2.2 Öppna diken

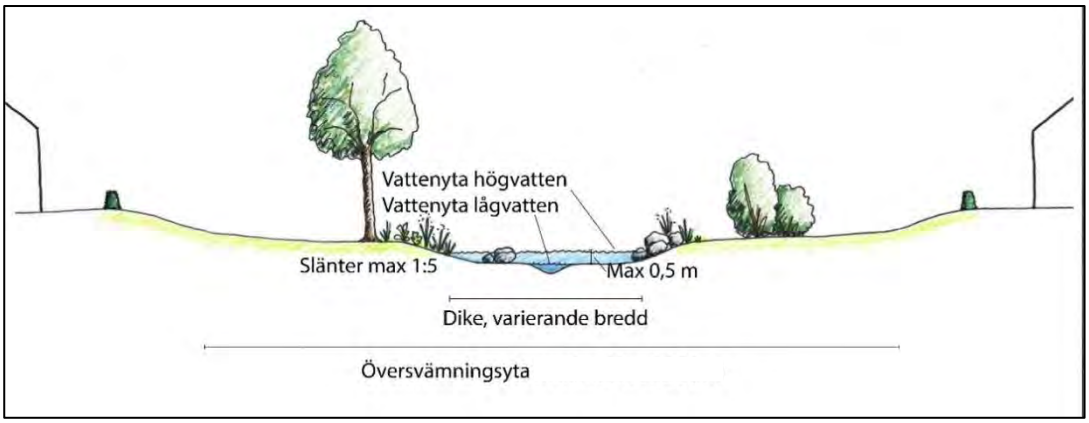
Med öppna diken avses i detta fall diken med brantare sluttlutning än svackdikena beskrivna ovan. Inte heller behöver den längsgående lutningen vara lika flack. En betydande fördel med dessa diken jämfört med svackdiken är att de inte kräver lika stor yta och därmed är fördelaktiga att använda utmed lokalgator m.m. där utrymmet är begränsat. Nackdelen med öppna diken jämfört med svackdiken är att reningseffekten inte är lika god. Rätt utförda och utnyttjade kan dock öppna diken fungera som goda reningsanläggningar för förorenat dagvatten. Se exempel på öppet dike i Figur 44.

Figur 44. Exempel på öppet dike i Lomma (Foto: Norconsult)

I Figur 45 och Figur 46 redovisas även exempel på utformning av öppna diken med översvämningsyta för hantering av högvatten.



Figur 45. Sektion mindre dike (Illustration: Norconsult)



Figur 46. Sektion större dike (Illustration: Norconsult)

7.3 Reglering och bromsande åtgärder

Diken kan utformas med exempelvis uppdämmande vallar utmed sin sträckning eller meandring för att uppnå större fördröjning och magasinering, se Figur 47 - Figur 49 för exempel. Den bromsande effekten tillåter dessutom en större grad av sedimentering vilket minskar föroreningshalterna i dagvattnet.

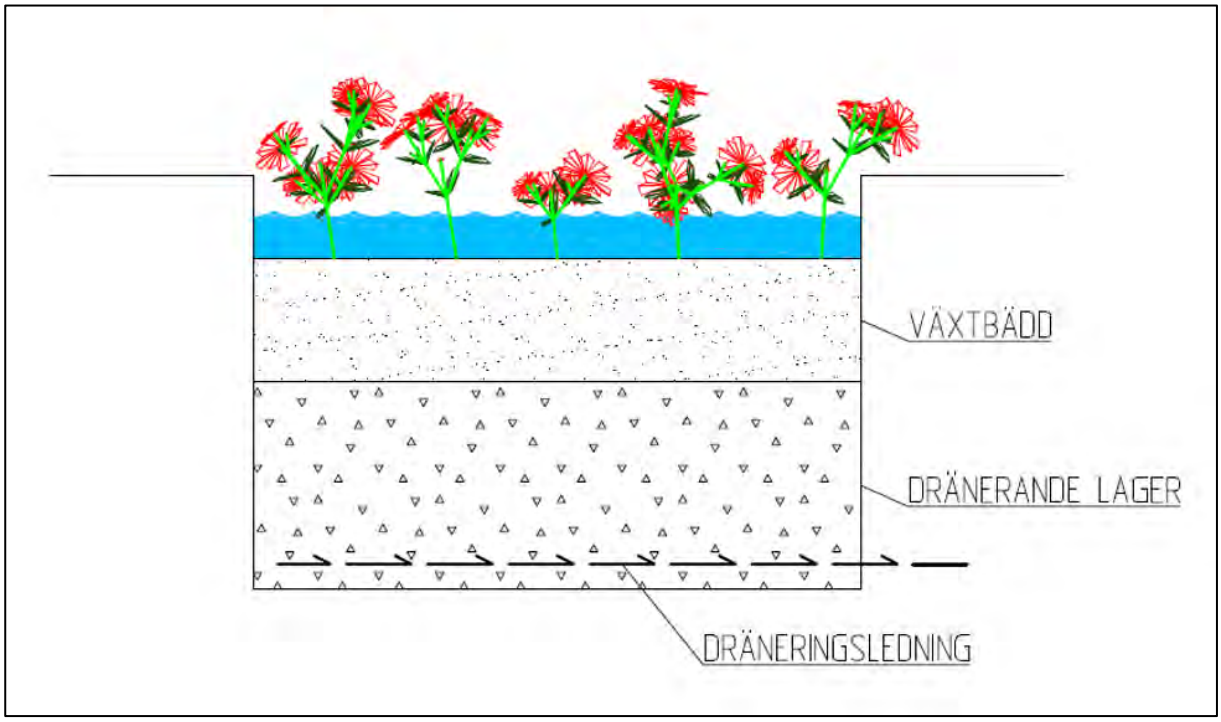
Figur 47. Exempel på dagvattendike med fördröjning i Kronsberg, Tyskland (Foto: Norconsult)

Figur 48. Trappdike i Slottsskogen (Foto: Norconsult)

Figur 49. Exempel på meandrande dike nedanför Emporia, Hyllie i Malmö (Foto: Norconsult)

7.4 Regnbäddar

En regnbädd fungerar, förutom att bidra med magasinering och flödesutjämning, som en typ av biofilter, där dagvattnet renas när det infiltrerar ned genom anläggningen. Regnbäddar anläggs normalt så att dagvattnet från närliggande hårdgjorda ytor kan magasineras och infiltreras eller ledas bort effektivt inom ca ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer regnrabatter att ha en synlig vattenyta. Denna synliga vattenvolym fungerar då som tillfällig magasinering och är vanligtvis runt 300 mm djup.



Figur 50. Sektion över en regnbädd (Norconsult)

Regnbäddar byggs upp med en väldränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade för klimatet i den region där de anläggs. Filterbädden etableras lämpligen av ett jordmaterial anpassat för växterna och klimatet, där flödesutjämningen till stor del äger rum. I botten av varje regnrabatt kan en dräneringsledning anläggas i ett dränerande lager, för avtappning av magasinerat dagvatten. Det dränerande lagret kan varieras i tjocklek för att uppnå efterfrågad magasineringsvolym. Regnrabattens kapacitet blir begränsad antingen av växtbäddens infiltrationsförmåga, underliggande jordarts infiltrationskapacitet eller avledningskapaciteten i dräneringsledningen om sådan finns. Då inflödet är högre än avledning och full magasinsvolym är nådd behöver flödet bräddas och det görs lämpligen antingen genom en bräddbrunn i anläggningen eller genom ett utlopp till en dagvattenbrunn nedströms genom exempelvis nedsänkning i kantsten eller liknande.

Regnbäddar kan utformas upphöjda för mottagande av takvatten eller nedsänkta för mottagande av avrinning från gator eller andra hårdgjorda ytor. Det bör läggas stor vikt vid utformningen med hänsyn till försedimentering för att förhindra igensättning samt erosionsskydd vid inlopp till anläggningarna. Regnbäddar anläggs normalt med en area motsvarande 2-6% av avrinningsområdets hårdgjorda ytor. Korrekt skötsel och underhåll av regnbäddar är viktigt för att säkerställa den långsiktiga funktionen.

Löpande underhåll innefattar bl.a. rensning av sediment och beskärning av växter. Beroende på föroreninsgraden i dagvattnet behöver det översta jord-/filterlagret bytas ut och ersättas när det inte längre fyller sin funktion. För korrekt utformade anläggningar ska detta inte behöva ske oftare än vart 10-20 år. Reningseffekten från korrekt utformade regnbäddar är generellt god och enligt föreslagen dimensionering renas dagvattnet till tillräcklig kvalitet för att infiltration till grundvattnet är möjlig. Se Figur 51 och Figur 52 för exempel på regnbäddar.

Figur 51. Kommunalt pilotprojekt i Kviberg i Göteborg (Norconsult)

Figur 52. Regnbädd i San Francisco, Kalifornien (Norconsult)

7.5 Fördröjningsdammar

Fördröjningsdammar är en bra behandling av stora vattenvolymer med dagvatten och har (vid korrekt konstruerad och underhållen) en god reningsgrad. Dammen kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp, kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt och rengörs på föroreningar genom olika processer. Vid inloppet används vanligtvis ett grövre sediment än vid utloppet. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt men sämre flödesutjämning än torra dammar.

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspegel eller inte. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering.

Figur 53. Dagvattendamm vid Pilgatan, Trönninge, Varberg. (Foto: Norconsult)

7.6 Torra översvämningsytor

Ytor som till vardags används som t.ex. parkering, gångstråk eller lekplats kan vid extrema regntillfällen, rätt utformade, nyttjas som tillfälliga översvämningsytor.

Sådana ytor bör vara belägna strategiskt för att nyttjas effektivt vilket generellt innebär uppströms inom avrinningsområdet samtidigt som tillräcklig tillrinning finns för att nyttja hela volymen.

Ytorna bör dessutom vara försedda med kantstöd eller dylikt så att vattnet stannar inom önskat område. Översvämningsytans storlek bör vara tillräcklig för att magasinera erforderlig mängd dagvatten i samband med kraftig nederbörd.

Fördelar med multifunktionella ytor är att ytan kan nyttjas för exempelvis rekreation och att de endast kräver höjdsättning vilket ofta innebär låga kostnader trots god magasineringsförmåga. En nackdel är dock att inte de bidrar med nämnvärd rening av dagvattnet då de inte är ämnade att översvämmas frekvent. Exempel på översvämningsytor i form av grönytor i Malmö och en skateboardpark i Roskilde, Danmark presenteras i Figur 54-Figur 58.

Figur 54. Torr översvämningsyta integrerad med gemensam uteplats mellan flerbostadshus, Gyllins trädgård i Malmö (Foto: Norconsult)

Figur 55. Torr översvämningsyta mellan hus och GC-bana, Gyllins trädgård i Malmö (Foto: Norconsult)

Figur 56. Torr översvämningsyta i form av ett svackdike mellan huskroppar, Gyllins trädgårdar i Malmö (Foto: Norconsult)

Figur 57. Skateboardpark i Roskilde, Danmark. Fungerar som multifunktionell yta med stor lagringskapacitet (Foto: Norconsult)

Figur 58. Skateboardpark i Roskilde, Danmark. Fungerar som multifunktionell yta med stor lagringskapacitet (Foto: Norconsult)

7.7 Nyttja dagvatten till lek och pedagogik

Dagvatten på skolgården kan med fördel synliggöras och integreras i lekredskap för att nyttjas både för lek och pedagogik. Bilden nedan visar på exempel hur detta använts.

Figur 59, exempel på hur dagvatten kan användas I pedagogiskt syfte (Foto: Norconsult)

7.8 Uppsamling av dagvatten för toalettspolning

Ett effektivt sätt att minska mängden dagvatten som avrinner från en fastighet och samtidigt ta till vara på dagvattnet som en resurs är att samla upp exempelvis takvatten från skolan för att använda till toalettspolning. Systemen är vanliga i länder med brist på dricksvatten men ännu ej så vanliga i Sverige. I takt med att vi får längre och längre torrperioder samtidigt som de kraftiga regnen blir än kraftigare kommer uppsamlande av takvatten för återanvändning få ett större användningsområde även i Sverige.

Från stuprören leds regnvattnet till en lokal cistern där vattnet genomgår viss primär rening och sedan lagras tills behov uppstår. En dimensionering där hänsyn tas till förbrukning, magasineringskapacitet och avrinning görs i ett senare skede.

8 Förslag till dagvatten- och skyfallshantering

8.1 Helhetsgrepp i utvecklingsområdet

Arbetet med utvecklingsområdet Tröingedal befinner sig i ett tidigt skede där mycket fortfarande kan förändras i planarbetet. En stor fördel med att ta upp dagvatten-/skyfallsfrågorna tidigt i processen är att mark kan reserveras för de åtgärder som är platskrävande. Fördröjningsvolymer och översvämningsytor kan med fördel spridas ut och anläggas på flera ställen i området. Plats för dagvattenhantering rekommenderas att reserveras redan i det här tidiga skedet medan mer detaljerad utformning sker när planeringen går in i ett senare skede.

Förutom plats för fördröjning av dagvatten behövs även plats för att transportera både dagvatten och skyfallsvatten. Detaljplaneområdet kommer att ledas norrut men för det stora utvecklingsområdet finns möjlighet att transportera dagvatten ytligt mot Ätran. Då utjämningsåtgärder placeras längre ner i systemet och ett högt flöde behöver transporteras behövs relativt stora ledningar eller större dimension på öppet dike för att transportera det ofördröjda flödet dagvattenflödet.

8.2 Skyfall

Som tidigare identifierats under platsbesök (se kapitel 4) är många hus lågt belägna norr om Hällinge Ringväg. Den befintliga skyfallskarteringen visar på översvämningsproblem i området, vilket härstammar från redan befintligt exploaterade områden. För att kunna exploatera mer i området bör därför avrinning vid befintliga förhållanden utredas först innan ytterligare områden med ökad avrinning tillkommer.

Generellt föreslås att ytorna som redan idag översvämmas mellan Hällinge Ringväg och befintlig bebyggelse tas i anspråk för skyfallsåtgärder. Lågpunkten väster om befintlig bebyggelse föreslås användas för hantering av skyfallsvatten. När dammsystemets (kap 9.3) kapacitet överskrids kan en stor nedsänkt yta översvämmas vilket ger en stor översvämningsvolym. Om hela översvämningsytan fylls kommer vatten att brädda över nya Hällinge ringväg och avleds västerut genom ny skyfallsväg, se Bilaga 2-4. Den nya skyfallsvägen föreslås utgöras av en GC-tunnel västerut och därefter avrinner vattnet förbi Fajansskolan mot Ätran.

Innan något slutgiltigt förslag för avledning av vatten vid skyfall rekommenderas en tilltänkt framtida situation utredas vidare och en skyfallskartering tas fram. Om höjdsättning medför och om skyfallskarteringen visar på möjligheten kan de norra delarna av exploateringarna inom utvecklingsområdet avledas norrut mot dammarna. Förslag på utformning av dammar, översvämningsyor och skyfallsväg kan ses i Bilagor 2-4.

9 Föreslagen dagvattenhantering för planområdet

Föreliggande exploateringsförslag leder till förändrade dagvattenflöden och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. Med utgångspunkt i inriktningsdokumentet följer nedan förslag till en hållbar och innovativ dagvattenhantering med hänsyn till de framtida förutsättningarna.

9.1 Framtida dagvattenflöden

Beräkningar av framtida dagvattenflöden har baserats på den strukturskiss som finns framtagen. Då skissen är i mycket tidigt skede och många förutsättningar fortfarande är oklara kring skolans utformning har ett antal antaganden fått göras i samband med beräkningarna. En yta motsvarande takyta på skolbyggnaden är extraherad från skissen och för övrig skolgård har det antagits att hälften av ytan är hårdgjord och hälften består av grönytor.

Precis som för det befintliga dagvattenflödet har det framtida dagvattenflödet utan föreslagna åtgärder beräknats med hjälp av rationella metoden. Markanvändningen för den planerade exploateringen skiljer sig från befintlig situation med betydligt högre hårdgöringsgrad. Dimensionerande rinntid bedöms vara 10 minuter, på grund av den ökade hårdgöringsgraden. En klimatfaktor på 1,25 har även inkluderats för att anpassa beräkningarna till förväntade ökade nederbördsmängder på grund av framtida klimatförändringar. (Svenskt Vatten, 2016) Regnintensitet för ett regn med 10-minutes varaktighet kan ses i Tabell 14 medan framtida dagvattenflöden för regn med olika återkomsttid redovisas i Tabell 15.

Tabell 14. Regnintensitet för ett regn med 10 minuters varaktighet för olika återkomsttider

Återkomsttid (år)	Intensitet (l/s, ha)	Intensitet med klimatfaktor 1,25 (l/s, ha)
5	181	227
20	287	358
100	489	611

Tabell 15. Framtida dagvattenflöde. Delområdena är samma som för befintliga dagvattenflöden.

Delavrinningsområde	Area [ha]	Red area [ha]	$Q_{5\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{20\text{-årsregn}}$ [l/s]	$Q_{100\text{-årsregn}}$ [l/s]
A	1,73	0,86	195	310	525
B	2,28	0,91	205	325	555
C	1,95	0,78	175	280	475
Gator	2,32	1,86	420	665	1135
D (Tröingeskolan)	6,10	3,4	770	1215	2075
E	1,00	0,4	90	145	245
F (Parkområde)	1,02	0,15	35	55	90
Summa	**16,40**	**8,36**	**1890**	**2995**	**5100**

9.2 Erforderlig fördröjningsvolym

För att säkerställa att dagvattenflödet från planområdet inte ökar och därmed skapar översvämningsproblem i eller nedströms planområdet behöver dagvattnet fördröjas. Den erforderliga magasinsvolymen och den dimensionerande regntiden har beräknats enligt Svenskt Vatten Publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkningarna baseras på den rationella metoden samt intensitets-varaktighetsdiagram enligt Dahlström (2010). Den tillåtna avtappningen från planområdet ansattes till det befintliga dagvattenflödet vid ett 5-årsregn. Den maximala erforderliga magasinsvolymen som krävs för att inte överskrida utsläppskravet vid vald återkomsttid på regn, i detta fall ett 20-årsregn, har beräknats och redovisas i Tabell 16 nedan. Utöver redovisade fördröjningsvolymer ska 50 % av ett framtida 10-årsregn fördröjas inom kvartersmark innan anslutning till det kommunala dagvattensystemet.

Tabell 16. Erforderlig effektiv fördröjningsvolym

Område	Red area [ha]	Utflöde [l/s]	Dimensionerande regntid [min]	Erforderlig fördröjningsvolym [m^3]
Tröingeskolan + E	3,8	65	120	1360
Övriga planområdet	4,6	76	120	1650
TOTALT	**8,4**	**141**	**-**	**3010**

Det finns en möjlighet att avleda dagvatten från delar av tröingeskolan mot föreslagen dagvattendamm i parken, se kapitel 9.3. Enligt nuvarande skiss (2021-10-11) bedöms ca 0,9 ha kunna avledas mot dammen i parken, vilket minskar fördröjninsvolymen för tröingeskolan + område E till ca 1020 m^3 och ökar volymen för övriga områden till ca 2040 m^3. Dammarna som illustreras i Bilaga 3 förutsätter att delar av skoltomten avleds till dammen i parkområdet.

9.3 Föreslaget dagvattensystem

Från skolans tak föreslås dagvatten samlas upp för återanvändning till toalettspolning. Uppsamlandet ger viss reduktion i dagvattenflöde ut från fastigheten i och med att en stor del kan magasineras för senare användning. Den stora vinsten blir dock en minskad dricksvattenförbrukning.

Övrigt dagvatten från skoltomten föreslås ledas till en samling öppna lösningar inne på skolgården, förslagsvis en kombination av regnbäddar, uppsamling för lek och ytliga avrinningsvägar. Avrinningen från dessa anläggningar och dagvatten från bostadsområdet i skolans omedelbara närhet föreslås ledas ytligt till en dagvattendamm strax nordöst om skolan. En föreslagen utfomrning på dammen kan ses i Bilaga 3. Utformningen innebär en fördröjningsvolym på ca 1020 m^3. Från dammen leds dagvatten till befintlig dagvattenledning i Hällinge ringväg. Föreslagna dagvattensystem inne på skolgården tas med fördel fram i samråd med arkitekterna i samband med utformning av skolan.

Avvattning av gator inom området föreslås ytligt till gröna lösningar i gaturummet. Dagvatten från gatumark och från övriga exploateringar inom planområdet föreslås ledas till en dagvattendamm norr om Hällinge ringväg. För de exploateringar där det är möjligt bör ytlig avrinning och fler lokala gröna lösningar prioriteras. En uppsamlande dagvattenledning föreslås korsa Hällinge Ringväg strax innan inloppet till dagvattenparken på norra sidan vägen. För att anslutning av nya spillvattenserviser och korsning av dagvattenledning skall vara möjligt behöver befintlig dagvattenledning med diameter 1000 mm ersättas med tre ledningar med diameter 600 mm på en sträcka vid korsningspunkten. Detta medför att hjässan sänks med ca 0.4 m, vilket möjliggör ledningskorsningar. Detta är främst för att få ner en korsande spillvattenledningen djupare och möjliggöra anslutning för eventuellt framtida detaljplaner i söder.

Dagvattenparken på norra sidan Hällinge ringväg föreslås utformas som en stor vattenkropp då en stor volym behöver inrymmas. Vidare förses området med översvämningsytor, vilka endast nyttjas vid skyfall. Dammarna avtappas mot befintligt dike västerut. En föreslagen utformning av dagvattenlösningarna kan ses i Bilaga 3 och 4. Föreslagen fördröjningsvolym är ca 3540 m^3, vilket inkluderar en del av befintligt bostadsområde som föreslås anslutas till dammen och diskuteras vidare i kapitel 9.7. Översvämningsområdet utgör ca 13000 m^2 och ger en volym om ca 6500 m^3 innan ytvatten bräddar över Hällinge Ringväg vidare mot ny skyfallsled.

9.4 Framtida dagvattenföroreningar

Den förändrade markanvändningen efter exploatering kommer att medföra att en ökad föroreningsmängd genereras inom exploateringsområdet. Precis som för befintlig situation har föroreningsberäkningar utförts i StormTac uppdelat på de två avrinningsområdena. Resultatet från beräkningen av den framtida föroreningsbelastningen utan några reningsåtgärder för de två avrinningsområdena kan ses i Tabell 17 och Tabell 18 nedan.

Tabell 17. Framtida föroreningsbelastning före rening för skolområdet

Ämne	Efter exploatering utan rening					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	250	200	160%	125%	9,8	510%
N	1 500	3 000	-48%	50%	59	40%
Pb	12	14	48%	86%	0,47	230%
Cu	23	20	77%	115%	0,89	290%
Zn	87	60	335%	145%	3,3	840%
Cd	0,57	0,4	470%	145%	0,022	1200%
Cr	9,7	15	500%	65%	0,37	1200%
Ni	8	20	725%	40%	0,31	1700%
Hg	0,025	-	400%	-	0,001	1000%
SS	59 000	60 000	-41%	98%	2 300	35%
Olja	570	1 000	235%	57%	22	650%
PAH16	0,5	-	1200%	-	0,02	2800%
BaP	0,043	0,05	1000%	86%	0,0016	2300%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Tabell 18. Framtida föroreningsbelastning före rening för övriga exploateringsområdet

Ämne	Efter exploatering utan rening					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	160	200	14%	80%	6,1	50%
N	1 700	3 000	-51%	57%	63	-37%
Pb	7,4	14	1%	53%	0,28	33%
Cu	20	20	67%	100%	0,77	120%
Zn	70	60	250%	120%	2,7	360%
Cd	0,34	0,4	240%	85%	0,013	350%
Cr	5,1	15	140%	34%	0,19	200%
Ni	6	20	330%	30%	0,23	500%
Hg	0,046	-	820%	-	0,0017	1100%
SS	53 000	60 000	-47%	88%	2 000	-31%
Olja	660	1 000	270%	66%	25	380%
PAH16	0,37	-	500%	-	0,014	700%
BaP	0,027	0,05	335%	54%	0,001	450%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Som en naturlig följd då åkermark ersätts av hårdgjorda och trafikerade ytor kommer flertalet/de flesta föroreningar att öka kraftigt. Detta kan delvis åtgärdas genom att dagvattnet får genomgå någon form av rening innan det släpps till recipient. Dagvatten från skoltomten föreslås anslutas norrut till befintlig dagvattenledning, vilken mynnar i den kommunala dagvattendammen i det gamla lerbrottet medan övriga områden ansluts via dagvattendammar till befintlig ledning i väster. För bägge avrinningsområdena kommer dagvattnet genomgå viss rening innan det når recipienten. Förutom det föreslås även en öppen dagvattenhantering inne på skoltomten, vilket renar dagvattnet innan det släpps till den befintliga dagvattenledningen och övriga exploateringar leds till en serie dagvattendammar norr om Hällinge ringväg. För det avrinningsområdet redovisas reningsgraden som uppnås för den föreslagna dammutformningen. Då dagvattenåtgärd för skoltomten ännu ej är spikad redovisas beräkningar för ett antal möjliga åtgärder. Föroreningsberäkningar för åtgärderna dagvattendamm, regnbäddar samt torr damm har utförts för skoltomten och resultatet visas i Tabell 19 - Tabell 21 nedan. Det slutgiltiga valet av lösning kan bestå av en eller flera olika kombinationer av lösningarna för vilka beräkningarna har utförts. Föroreningsberäkningar för övriga exploateringar via dagvattendammarna redovisas i Tabell 22 nedan.

Tabell 19. Framtida föroreningsbelastning från skolområdet med rening i dagvattendamm

Ämne	Dagvattendamm					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	78	200	-18%	39%	3	90%
N	1 100	3 000	-54%	37%	41	-2%
Pb	2,9	14	-64%	21%	0,11	-21%
Cu	7,8	20	-40%	39%	0,3	30%
Zn	22	60	10%	37%	0,85	140%
Cd	0,22	0,4	120%	55%	0,009	400%
Cr	1,5	15	-6%	10%	0,056	100%
Ni	2,4	20	150%	12%	0,09	440%
Hg	0,013	-	160%	-	0,005	480%
SS	9 700	60 000	-90%	16%	370	-80%
Olja	86	1 000	-49%	9%	3,3	14%
PAH16	0,07	-	84%	-	0,003	300%
BaP	0,007	0,05	84%	14%	0,0003	300%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Tabell 20. Framtida föroreningsbelastning från skolområdet med rening i regnbäddar

Ämne	Regnbäddar					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	54	200	-43%	27%	2,1	31%
N	600	3 000	-75%	20%	23	-45%
Pb	1,2	14	-85%	9%	0,046	-67%
Cu	3,9	20	-70%	20%	0,15	-35%
Zn	8,1	60	-60%	14%	0,31	-11%
Cd	0,072	0,4	-28%	18%	0,0028	65%
Cr	3,3	15	106%	22%	0,13	360%
Ni	1,5	20	55%	8%	0,058	240%
Hg	0,0091	-	82%	-	0,0004	300%
SS	8 800	60 000	-91%	15%	340	-80%
Olja	130	1 000	-24%	13%	5	72%
PAH16	0,038	-	0%	-	0,0015	130%
BaP	0,0032	0,05	-16%	6%	0,00012	80%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Tabell 21. Framtida föroreningsbelastning från skolområdet med rening i torr damm

Ämne	Torr damm					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	220	200	130%	110%	8,5	430%
N	1 100	3 000	-54%	37%	41	-2%
Pb	6	14	-26%	43%	0,23	64%
Cu	16	20	23%	80%	0,63	175%
Zn	59	60	195%	98%	2,3	560%
Cd	0,33	0,4	230%	83%	0,013	670%
Cr	4,6	15	195%	31%	0,18	540%
Ni	4,2	20	330%	21%	0,16	840%
Hg	0,02	-	300%	-	0,0008	800%
SS	23 000	60 000	-77%	38%	880	-48%
Olja	92	1 000	-46%	9%	3,5	21%
PAH16	0,28	-	640%	-	0,011	1550%
BaP	0,024	0,05	530%	48%	0,001	1260%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Tabell 22. Framtida föroreningsbelastning från övriga planområdet med rening i dagvattendamm

Ämne	Dagvattendamm					
	Koncentration (µg/l)	Riktvärde (µg/l)[1]	Förändring mot befintlig situation, konc. (%)	Procent av riktvärde (%)	Årlig mängd (kg/år)	Förändring mot befintlig situation, mängder (%)
P	60	200	-57%	30%	2,3	-44%
N	1 200	3 000	-66%	40%	44	-56%
Pb	2,3	14	-68%	16%	0,087	-59%
Cu	7,7	20	-36%	39%	0,3	-14%
Zn	21	60	5%	35%	0,79	36%
Cd	0,15	0,4	50%	38%	0,006	97%
Cr	1,1	15	-48%	7%	0,044	-29%
Ni	2,1	20	50%	11%	0,08	110%
Hg	0,024	-	380%	-	0,0009	550%
SS	12 000	60 000	-88%	20%	450	-84%
Olja	99	1 000	-45%	10%	3,8	-27%
PAH16	0,052	-	-16%	-	0,002	11%
BaP	0,0054	0,05	13%	11%	0,0002	17%

[1] Riktvärden för koncentrationer för Varbergs och Falkenbergs kommuner

Som kan ses i tabellerna ger samtliga reningsmetoder en god rening jämfört med alternativet utan rening. Generellt ger en torr damm mindre rening än de andra två alternativen medan regnbäddar generellt ger bäst rening. Det som framför allt alstras vid den förändrade markanvändningen är tungmetaller. Dessa ökar från en mycket låg nivå, vilket gör att det ser ut som en dramatisk ökning av dessa föroreningar även med rening i en dagvattendamm eller regnbäddar. En korrekt dimensionerad dagvattendamm eller regnbäddar eller en kombination av åtgärder ger en god dagvattenkvalitet ut från planområdet, särskilt om dagvattnet kommer genomgå fler steg av rening innan det når recipient. Även med en torr damm underskrids de flesta av riktvärdena för koncentration av föroreningar, fosfor undantaget, där det ligger strax över. Flödet ut från dagvattenanläggningarna leds till den befintliga dagvattendammen *lerhålan*, där ytterligare rening av dagvattnet kommer att ske innan slutgiltig avledning till recipient. Detta är dock ej medräknat i beräkningarna ovan då dessa isolerat avser planområdet.

9.5 Exploateringens påverkan på Ätran

Utflödet från dagvattenanläggningarna inom planområdet leds till den befintliga dagvattendammen *lerhålan*, där både ytterligare rening och viss fördröjning kommer att ske innan dagvattnet når den slutgiltiga recipienten Ätran. För att kunna bedöma planområdets påverkan på Ätran behöver hela lerhålans tekniska avrinningsområde och dammens storlek tas i beaktning. De egenskaper och parametrar som är kända listas i Tabell 23 nedan. Det saknas i dagsläget exakt information om avrinningsområdets storlek och vissa av dammens egenskaper

Tabell 23. Dagvattendammen lerhålan och dess avrinningsområde

Egenskap	
Avrinningsområde	213 ha
Varav Tröinge	16,4
Uppskattad avrinningskoefficient	0,4
Reducerad area	85 ha
Dammyta	1,5 ha
Medeldjup	2,5 m
Reglervolym	15 000 m^3
Utloppsledning	600 BTG
Lutning	2,3 %
Kapacitet utflöde	1000 l/s 4,7 l/s, ha
Rinntid	30 min

Med dessa parametrar kan det uppskattas att den total fördröjningsvolymen räcker till att fördröja ett befintligt 5-års regn utan klimatfaktor från hela dagvattendammens avrinningsområde. Då flödet från tillkommande exploatering i Tröingedal fördröjs till ett befintligt 5-års regn innebär det att kapaciteten i *lerhålan* bibehålls eller förbättras upp till och med ett 20-års regn, vilket medför oförändrat flöde ut till Ätran även efter exploatering av Tröingedal.

Utflödet från dagvattenanläggningarna inom planområdet har genomgått rening inom planområdet, se kapitel 9.4 ovan. Då utflödet passerar *lerhålan* innan det når recipienten Ätran kommer utflödet från planområdet att renas i ytterligare ett steg. Beräkningar över hur föroreningssituationen i utflödet från *lerhålan* före och efter exploatering har utförts i StormTac. Som indata till befintlig situation har viss förenkling skett. Avrinningsområdena inom planområdet har ansatts samma markanvändning som för befintlig situation i beräkningarna för själva planområdet medan det övriga avrinningsområdet till *lerhålan* har ansatts som *residential area, less polluted*. Denna markanvändning bibehålls även vid beräkningen för framtida situation medan det från planområdet ansatts en markanvändning som motsvarar de beräknade förorenings-koncentrationerna i utflödet från planområdet efter rening i dagvattendammar, se kapitel 9.4. Resultatet från beräkningen av föroreningsbelastningen på Ätran för befintlig och framtida situation kan ses i Tabell 24 nedan.

Tabell 24. Framtida föroreningsbelastning på Ätran före och efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering

Ämne	Dagvattendamm					
	Koncentration (µg/l)			Årlig mängd (kg/år)		
	Befintlig situation	Efter exploatering	Förändring mot befintlig situation (%)	Befintlig situation	Efter exploatering	Förändring mot befintlig situation (%)
P	51	50	-2%	15	15	0%
N	890	840	-6%	260	240	-8%
Pb	1,9	1,9	0%	0,55	0,54	-2%
Cu	6,1	6	-2%	1,8	1,8	0%
Zn	18	18	0%	5,2	5,2	0%
Cd	0,15	0,15	0%	0,043	0,043	0%
Cr	0,74	0,73	-1%	0,21	0,21	0%
Ni	1,5	1,5	0%	0,43	0,44	2%
Hg	0,0045	0,0048	7%	0,0013	0,0014	8%
SS	9900	9300	-6%	2900	2700	-7%
Olja	35	35	0%	10	10	0%
PAH16	0,063	0,063	0%	0,018	0,018	0%
BaP	0,005	0,005	0%	0,0014	0,0014	0%

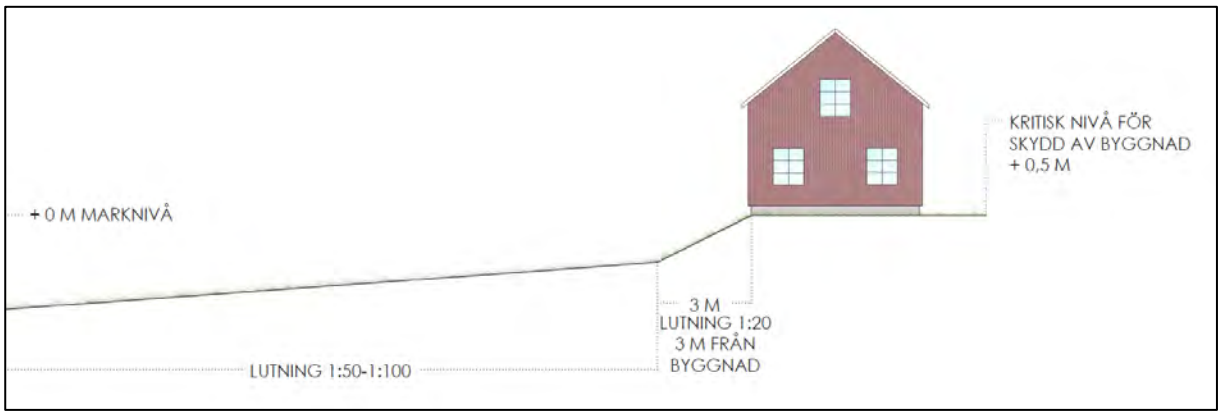
Som kan ses i tabellen ovan förbättras dagvattenkvaliteten generellt ytterligare för dagvattnet som når Ätran efter exploaterinag av Tröingedal, jämfört med befintlig situation. Undantaget är för nickel och kvicksilver där mängden nickel ökar något och både halten och mängden kvicksilver ökar något. Att dessa ämnen ökar något efter exploatering beror på att det är jungfrulig mark som exploateras och total rening av tungmetaller ej är rimligt att uppnå i öppna dagvattenlösningar. Både mängderna och koncentrationerna ökar dessutom från väldigt låga nivåer. Exempelvis kan koncentrationen av nickel på 1,5 µg/l sättas i relation till Falkenberg och Varbergs kommuners riktvärden för koncentrationer där ett utsläpp på 20 µg/l tillåts. Nickel är som ämne bedömt i VISS och uppnår god status. Den observerade halten i Ätran är idag 0,6 µg/l, där gränsvärdet uppgår till 4 µg/l, vilket är långt över den halt som släpps ut idag.

Generellt förändras koncentrationer och mängder av föroreningar lite före och efter exploatering, vilket beror på att planområdets storlek är relativt liten i jämförelse med hela *lerhålans* avrinningsområde.

9.6 Höjdsättning och avrinningsvägar vid extrem nederbörd

Höjdsättningen av utredningsområdet är mycket viktig och bör ägnas stor omsorg. Vid extrem nederbörd förväntas dagvattensystemet inte ha kapacitet att avleda dagvattnet från området. Skoltomten är belägen i närheten av det område som redan i befintlig situation översvämmas vid skyfall. Området föreslås höjdsättas så att marköversvämning vid 100-årsregn inte skadar byggnader eller att instängda områden och lågpunkter skapas. I det här fallet kan det innebära att marken behöver höjas något inom skoltomten. Inom planområdet behöver ytliga avrinningsvägar utformas, t.ex. genom höjdsättning mot Hällinge Ringväg och det nya systemet med dagvattendammar och översvämningsytor. Avrinning från planområdet får ej bidra till uppkomst eller ökning av eventuella problem nedströms. Gator och fastigheter skall i möjligaste mån harmonisera med varandra. Tomtmark bör generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten samt spillvatten skall kunna erhållas, se Figur 60. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vatten Publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011).

För att få en helheltsbild kring översvämningsproblematiken vid extrem nederbörd föreslås att en skyfallskartering utförs för framtida planerad byggnation.

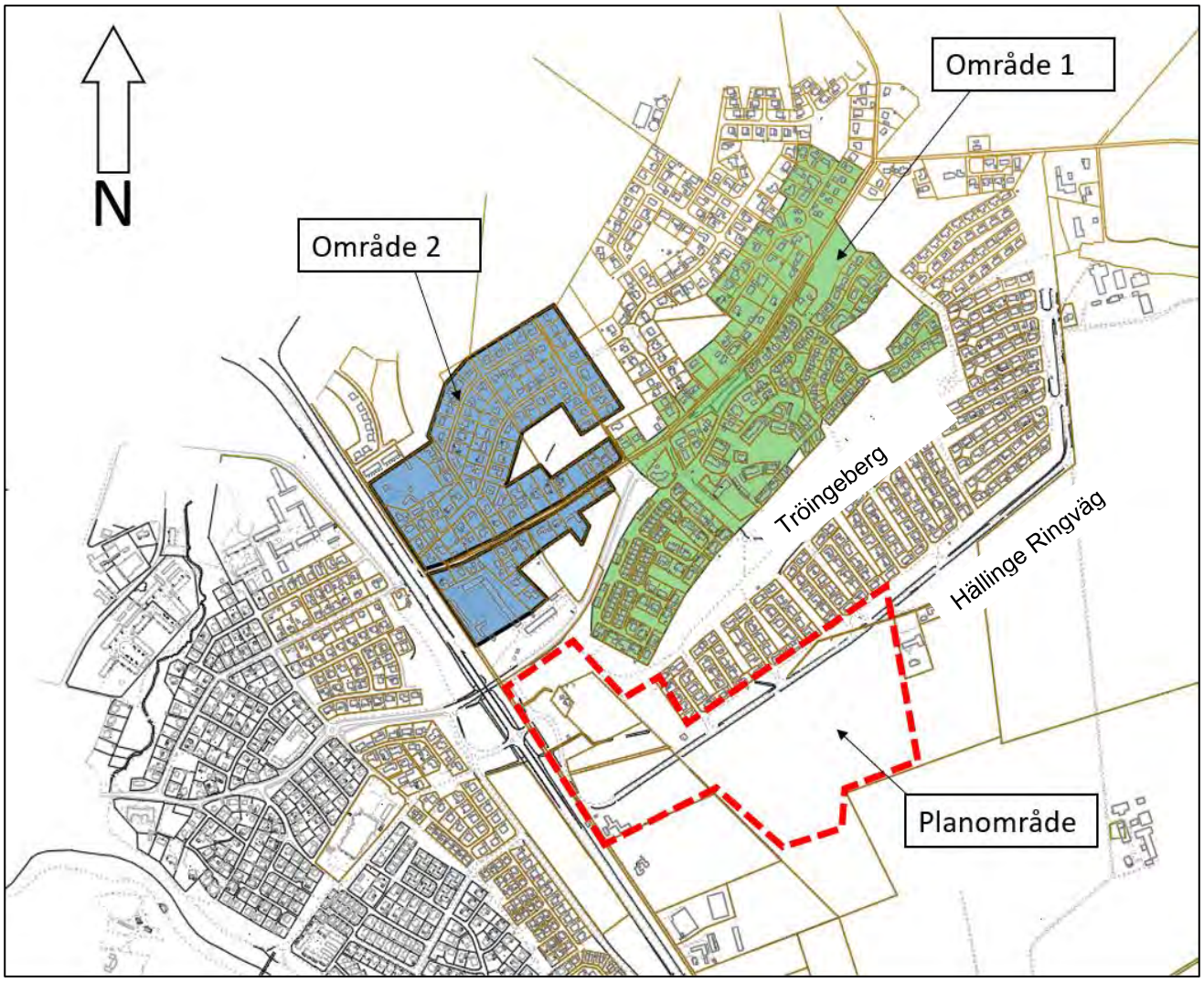


Figur 60. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult)

Skyfallsåtgärder för utvecklingsområdet diskuteras även i kapitel 8 ovan.

9.7 Dagvattenåtgärder utanför planområdet

I samband med byggnation av dagvattenanläggningar till planområdet finns en möjlighet att även fördröja dagvatten från befintliga bostadsområden. Dessa bostadsområden är ca 25,6 ha och 16,5 ha stora och ansluter till dagvattenledningen i Hällinge ringväg respektive dagvattenledningen väster om planerad GC-tunnel, se Bilaga 4 och Figur 61. Dagvattnet från delområde 1 kan anslutas till föreslagen dagvattendamm norr om Hällinge ringväg och dagvatten från delområde 2 föreslås att fördröjas i en gräsbeklädd torrdamm söder om planerad cirkulationsplats i nordväst. Torrdammen kan anpassas efter vägutformningen när denna är mer genomarbetad. För de befintliga områdena föreslås att 20 mm nederbörd fördröjs vilket ger fördröjningsolymerna 1500 m^3 och 1000 m^3 för område 1 respektive område 2.



Figur 61. Befintliga områden (1 och 2) visas i grönt och blått och planområdets ungefärliga position visas i röd sträckad linje.

10 Slutsats

Föreslagen exploatering kommer att leda till både ökad dagvattenavrinning och föroreningsbelastning från utredningsområdet. Då det handlar om nybyggnation av ett område från början finns goda möjligheter till att skapa ett långsiktligt hållbart VA-system där fokus ligger på innovativa och kreativa lösningar. Utredningen visar att dagvatten kan hanteras genom öppna lösningar och lokala cirkulerade dagvattensystem, där dagvatten både kan fördröjas och renas.

Skyfall är en stor problematik i området, vilket kan hanteras med relativt enkla ingrepp i befintlig och framtida höjdsättning där dagvattenparken norr om Hällinge Ringled utformas med så stora översvämningsytor som möjligt. Detta hanterar både tillkommande avrinning från de nya exploateringarna och förbättrar sannolikt även situationen för de fastigheter inom Tröingeberg som riskerar att översvämmas i dagsläget. Det är dock av yttersta vikt att föreslagen höjdsättning och system analyseras genom en detaljerad skyfallskartering innan byggnation.

Det pågår flödesmätning i ledningssystemet och mätdatan bör analyseras för att få en bättre bild över kapaciteten när mätperioden är avslutad. Tidiga indikationer visar på att befintligt spillvattensystem är hårt belastat redan i dagsläget. En eventuell kapacitetsbrist ger ytterligare incitament för lösningar av typen där mindre spillvatten genereras eller där det hanteras lokalt i större omfattning. Oavsett vilket alternativ som väljs finns möjligheter att ansluta nya exploateringar med självfall till dagens spillvattenledningssystem.

Förutom analys av mätdata och skyfallskartering rekommenderas att dagvattenlösningar på skoltomten utreds vidare, gärna i tidigt skede och i tätt samarbete med arkitekterna som utformar skolområden.

Norconsult AB

VA-utredning

Emma Nilsson Keskitalo
Emma.n.keskitalo@norconsult.com

Johan Södergren
johan.södergren@norconsult.com

11 Litteraturförteckning

Caroline Holm, W. A.-H. (2021). *Vattenbesparande åtgärder.*

Falkenbergs kommun. (2020-09-02). *Inriktningsdokument Tröingeskolan med kringliggande områden.*

Graaff, M. S. (2010). Anaerobic Treatment of Concentrated Black Water in a UASB Reactor at a Short HRT. *Water, 2*. doi:10.3390/w2010101

hitta.se. (2016, 05 27). *Norrtälje*. Retrieved from hitta.se: http://www.hitta.se/kartan!~59.76324,18.71906,13z/tr!i=Szs5HONI/search!i=2000006098!q=Norrt%C3%A4lje!t=single!st=plc

Kjerstadius, H. D. (2015). Potential for nutrient recovery and biogas production from blackwater, food waste and greywater in urban source control systems. *Environmental Technology*. doi:10.1080/09593330.2015.100708

Kujawa-Roeleveld, K. &. (2006). Anaerobic Treatment in Decentralised and Source-Separation-Based Sanitation Concepts. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 5*, 115-139. doi:10.1007/s11157-005-5789-9

Kärrman, E. K. (2017). *Källsorterande system för spillvatten och matavfall - Erfarenheter, genomförande, ekonomi och samhällsnytta.* Svenskt Vatten Utveckling. Retrieved from https://www.svensktvatten.se/contentassets/37d5142be0f946d3a2cdf26cb16e3dc0/svu-rapport_2017-04.pdf

Länsstyrelsen. (2020, 06 22).

Länsstyrelsen. (2020, 06 04). *VISS-Hjälp*. Retrieved from Fiskvattendirektivet: http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/skyddade-omraden/Pages/fiskvattendirektivet.aspx

Länstyrelserna. (2020, 06 02). *Informationskarta Halland*. Retrieved from https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d0e35de8fe95434ca5fd043d84040116

Regionplane- och trafikkontoret. (Februari 2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.* Stockholms läns landsting.

Run4Life. (2020). *Demosites*. Retrieved november 24, 2020, from https://run4life-project.eu/

StormTac. (2020, 02 10). *Guide StormTac Web.* Retrieved from http://www.stormtac.com/?page_id=2049

Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.* Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2020, 01 09). *Svenskt Vatten*. Retrieved from Avloppsdirektivet: https://www.svensktvatten.se/om-oss/europeiska-unionen/avloppsdirektivet/

Sveriges goelogiska undersökning SGU. (2020, 06 01). *SGUs Kartvisare*. Retrieved from https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=348528.8990629991,6309620.051126226,350679.3033638077,6310672.85323183

Sweco. (2017). *Översiktlig kartering av lågpunkter och ytavrinningsstråk i Falkenberg och Ullared.*

Sweden Green Building Council. (2020, 06 18). *Det här är Citylab*. Retrieved from Bakgrund och utveckling: https://www.sgbc.se/certifiering/citylab/det-har-ar-citylab/bakgrund-och-utveckling/

VAguiden. (2019, mars 14). *Kretsloppprojekt i Sverige.* Halmstad. Retrieved from https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2019/03/VAGKretsloppsprojektiSverigeVAK190314.pdf

Vatteninformationssystem Sverige. (2020, 06 25). *Vattenkartan*. Retrieved from https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399

Vatteninformationssystem Sverige VISS. (2020). *Ätran (Mynningen-Vinån) - WA28623026 / SE631304-129984.* Retrieved 05 29, 2020, from https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA28623026

VIVAB. (2017). *Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner.* Retrieved 05 29, 2020, from https://kommun.falkenberg.se/download/18.365f46bf1638eca80a616d6d/1527667453992/Dagvattenanvisningar%20f%C3%B6r%20Falkenbergs%20och%20Varbergs%20kommuner.pdf

Bilaga 1: Markavvattningsföretag i Tröingedal

Sammanfattning/Slutsats

Markavvattningsföretaget ”Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930” tillkom enligt 1918-års vattenlag. Den ursprungliga utformningen av företagets anläggning bestod av ett öppet dike och med en längd på ca 1,8 km. Dikets dimensioner har enligt handlingarna en bottenbredd på 0,5 meter och en släntlutning på 1:1,25, förutom på en kortare sträcka i nedströmsdelen där skärningen är djupare och släntlutningen 1:1,1. Bottenlinjens lutning varierar från 0,3 till 0,5 promille. Vid markavvattningsföretagets tillkomst förbättrades odlingsbetingelserna på 24,79 ha åkermark

På 1960 och -70 talen byggdes bostadsområdet i Tröingeberg, delvis på torrläggningsföretagets båtnadsmark. Vid tidpunkten har även Hällinge ringled byggts och dikesanläggningen delvis dragits om. Senare har området vid Fajans byggts ut med bland annat ett skolområde. Torrläggningsföretagets dike har då kulverterats och dragits om på sträckan nedströms trafikleden.

Markavvattningsföretaget ”Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930” dimensionerades för ett litet avrinningsområde med mindre flöden från naturmark när det bildades på 1930-talet. Markavvattningsföretagets anläggning så som den beskrivs i handlingarna är inte dimensionerad för att belastas med större mängder dagvatten. Sedan tillkomsten har markavvattningsföretagets anläggning (dike) förändrats på flera sträckor vilket också sannolikt visar att det varit nödvändigt att bygga om anläggningen då dagvattenflödena ökat när delar av området exploaterats.

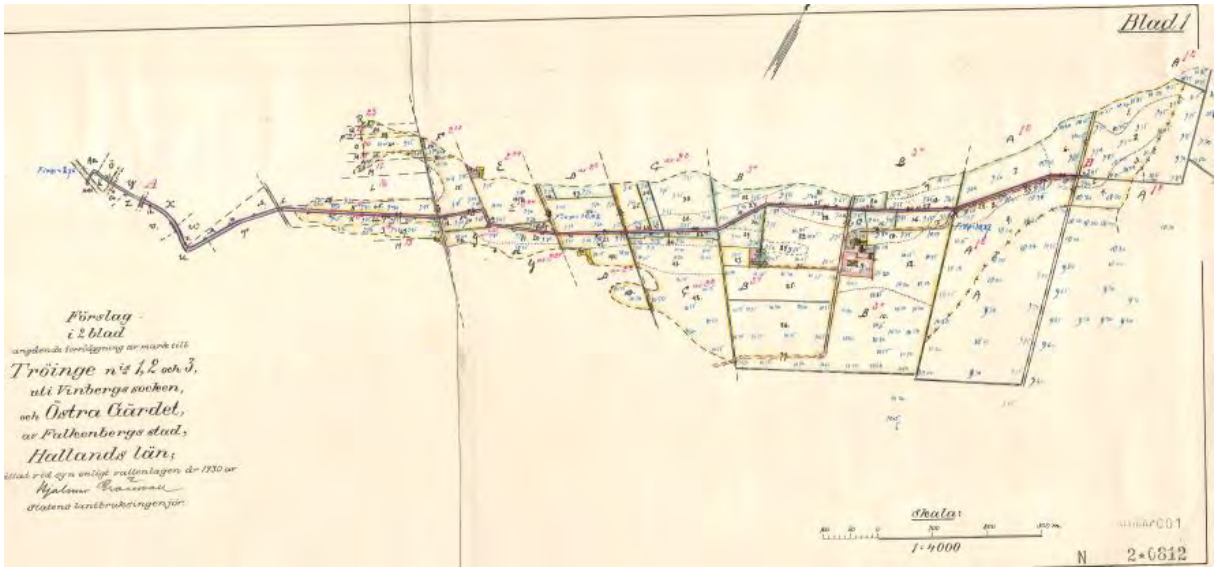
Efter exploatering av det nya området kommer det att finnas en mindre del jordbruksmark kvar inom det ursprungliga båtnadsområdet. Den marken kommer att vara beroende av att avvattningen fungerar och en lösning tillsammans med eller separat från den allmänna dagvattenanläggningen måste utredas. Oavsett hur den lösningen ser ut rekommenderas att markavvattningsföretaget läggs ned i samband med den nya exploateringen i Tröinge. Markavvattningsföretaget som samfällighet med ansvar för underhållet av dikena har då spelat ut sin roll och bör avslutas. De anläggningar (egentligen diken med ursprunglig sträckning och dimension) som markavvattningsföretaget ansvarar för tas då över av fastighetsägarna eller av huvudmannen för verksamhetsområdet för dagvatten.

Syfte

Syftet med föreliggande pro memoria är att utreda påverkan på det markavvattningsföretag som löper parallellt med Hällinge ringled och som berörs av föreslagen exploatering samt bedöma om det finns behov av att nyttja markavvattningsföretagets anläggning (dike) som en del av den allmänna dagvattenanläggningen.

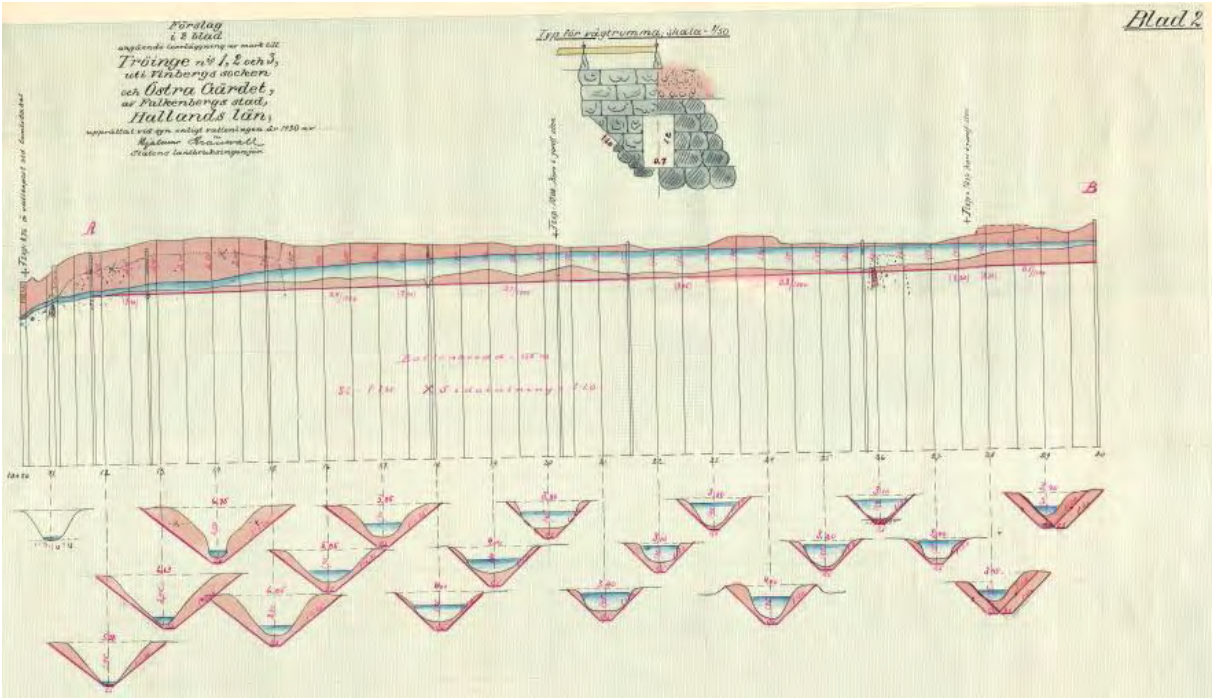
Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3

Markavvattningsföretaget ”Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930” tillkom enligt 1918-års vattenlag. Handlingarna till torrläggningsföretaget har två arkivnummer hos länsstyrelsen, N_0246 och N_0812, varav det förstnämnda är en avskrift från det senare som utgör original. Företaget är beläget cirka 2,5 km nordöst om Falkenbergs centrum och diket rinner ned mot väster. Den ursprungliga utformningen av anläggningarna bestod av ett öppet dike som togs upp vid utförandet och har en längd på ca 1,8 km och benämns med littera A-B i handlingarna. Några särskilda dimensioneringsberäkningar för dikets utförande ansågs inte nödvändiga då avrinningsområdet i flack terräng nära Ätran är litet. Dikets dimensioner har enligt handlingarna en bottenbredd på 0,5 meter och en släntlutning på 1:1,25 förutom på en kortare sträcka i nedströmsdelen där skärningen är djupare och släntlutningen 1:1,1. Bottenlinjens lutning varierar från 0,3 till 0,5 promille. Ingen information om flödesbegränsningar eller liknande har hittats. I figur 1 visas företagets planritning och i figur 2 profil och sektionsritning.



*Figur 1. Planritningen till markavvattningsföretaget ”**Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930”** med arkivnummer N_0812.*

Vid markavvattningsföretagets tillkomst förbättrades odlingsbetingelserna på 24,79 ha åkermark och 1,3 ha impediment torrlades. Avvattningen möjliggjorde dränering till 1,1 m djup på den berörda åkermarken. Förbättringsvärdet på åkermarken värderades till 6 697 kr och kostnaden för utförandet beräknades till 4 430 kr.



Figur 2. Profil- och sektionsritningen till markavvattningsföretaget "Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930" med arkivnummer N_0812.

Vid utförandet ingick 18 stycken fastigheter i båtnadsområdet för markavvattningsföretaget. Båtnadsområdet delas i handlingarna in i 81 stycken så kallade ägofigurer där värdet före och efter torrläggningen värderades för var och en av ägofigurerna och lades till grund för kostnadsfördelningslängden. I tabell 1 redovisas fastighetsbeteckningar på de ursprungligt deltagande fastigheterna samt kostnadsandelar enligt handlingarna.

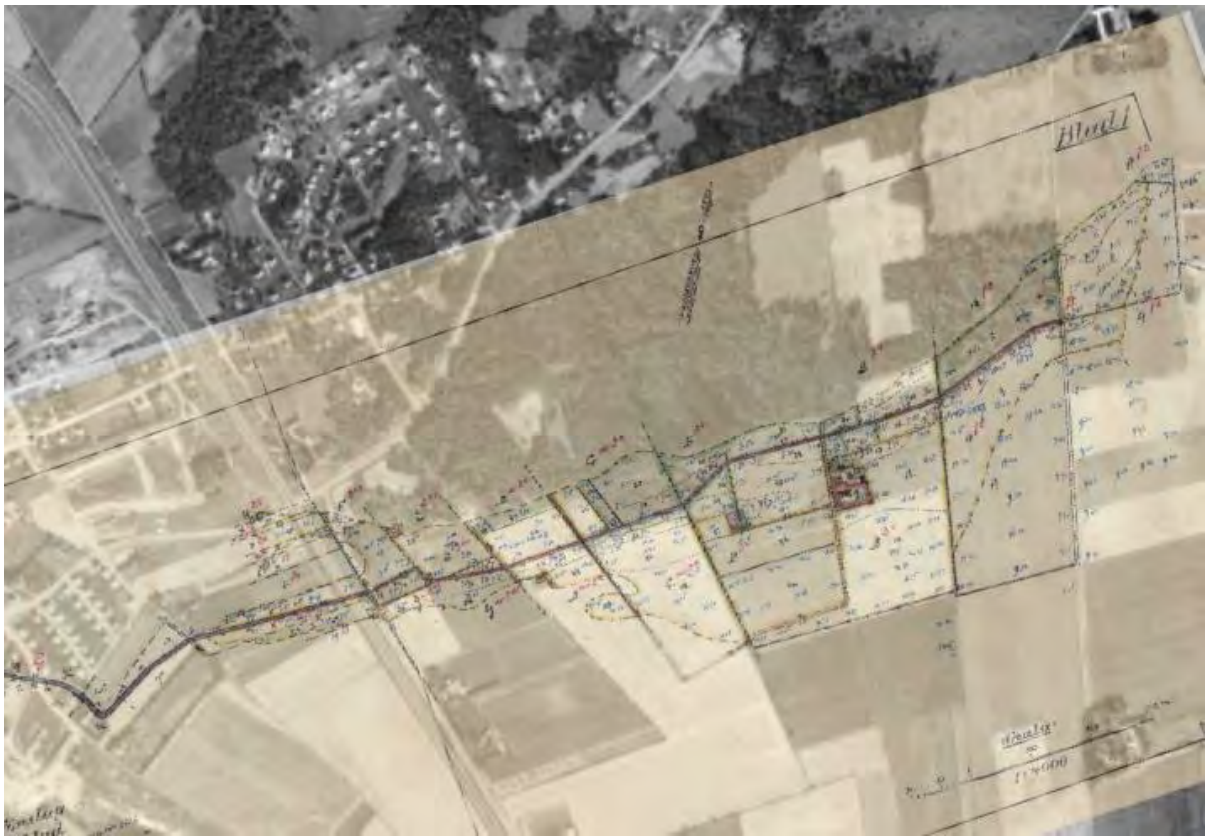
Tabell 1. Ursprungligt deltagande fastigheter i markavvattningsföretaget "Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930" och andelar i kostnadsfördelninglängden enligt handlingarna

Fastighet, littera[1]	Andelstal (%)	Fastighet, littera[1]	Andelstal (%)
Tröinge 1_2 (A)	22,03	Falkenberg stad 21 (P)	0,07
Tröinge 3_4 (B)	39,66	Falkenberg stad 20 (O)	0,30
Tröinge 2_2 (C)	13,70	Falkenberg stad 19 (N)	0,11
Tröinge 2_2 (D)	9,36	Falkenberg stad 17 (M)	0,05
Tröinge 2_24 (E)	4,07	Falkenberg stad 16 (L)	0,10
Tröinge 2_23 (F)	3,21	Falkenberg stad 15 (K	2,48
Tröinge 2_21 (G)	3,23	Falkenberg stad 14 (J)	1.48
Falkenberg stad 23 (R)	0,03	Falkenberg stad 13 (H)	0,02
Falkenberg stad 22 (Q)	0,10	-	-

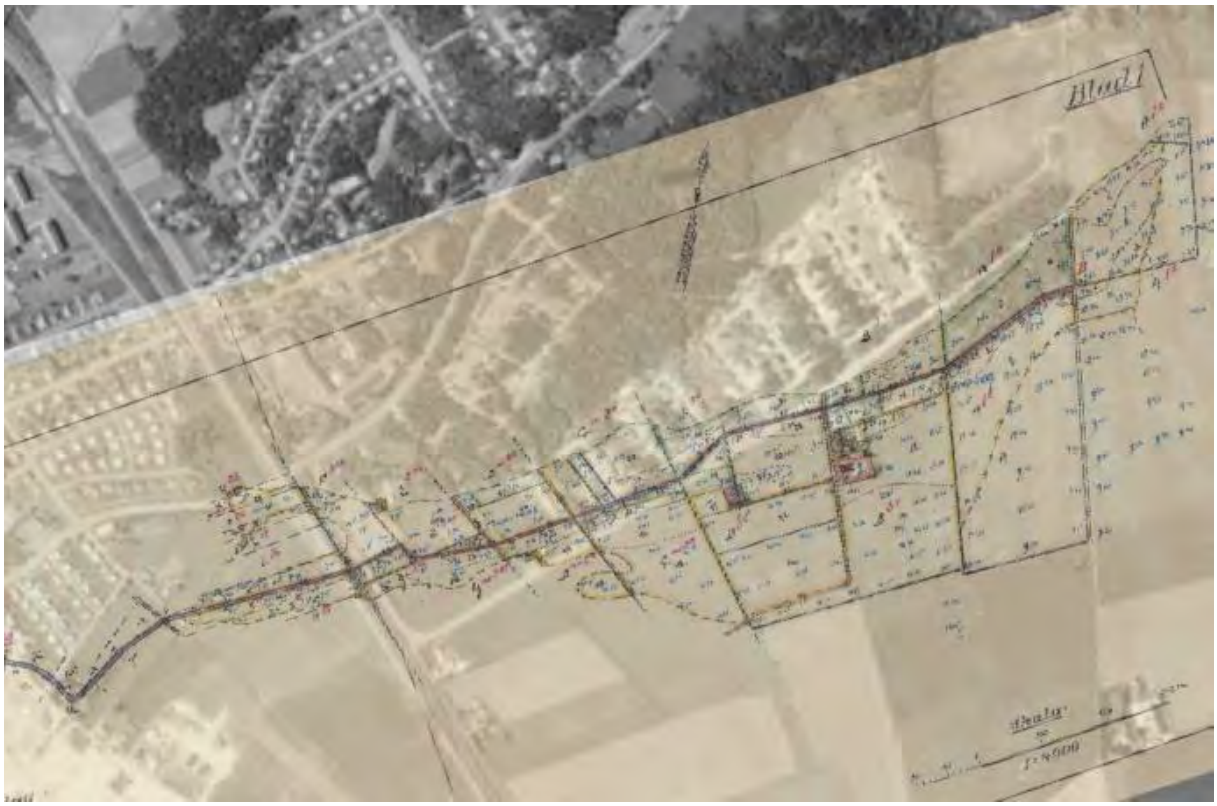
[1] Littera i markavvattningsföretagets handlingar.

Förändringar av marker och anläggning till idag

År 1960 brukades i stort sett all åkermark som ingick i båtnadsområdet och som förbättrades vid tillkomsten av markavvattningsföretaget. En så kallad overlay-bild i figur 3 visar ett ortofoto från år 1960. Den gulstreckade avgränsningslinjen visar båtnadsområdets utbredning. Planritningen är ungefärligt inpassad på ortofotot för att i stort visa markanvändningen i förhållande till markavvattningsföretaget. Markavvattningsföretagets anläggning, det öppna dike som togs upp när företaget bildades fanns vid tidpunkten kvar så som det utformades vid tillkomsten på 1930-talet. År 1975 hade bostadsområdet i Tröingeberg kommit till, se figur 4 som visar en liknande bild från tidpunkten. Av figur 4 framgår att delar av bostadsområdet byggdes på torrläggningsföretagets båtnadsmark. Vid tidpunkten har Hällinge ringled byggts och dikesanläggningen delvis dragits om. Efter 1975, jämför med dagens topografiska webbkarta i figur 5 har området vid Fajans byggts ut med bland annat ett skolområde. Torrläggningsföretagets dike har kulverterats och dragits om nedströms trafikleden.



Figur 3. En så kallad overlay av planritningen med båtnadsområdet till markavvattningsföretaget "Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930" med ett ortofoto från 1960 (Lantmäteriet).

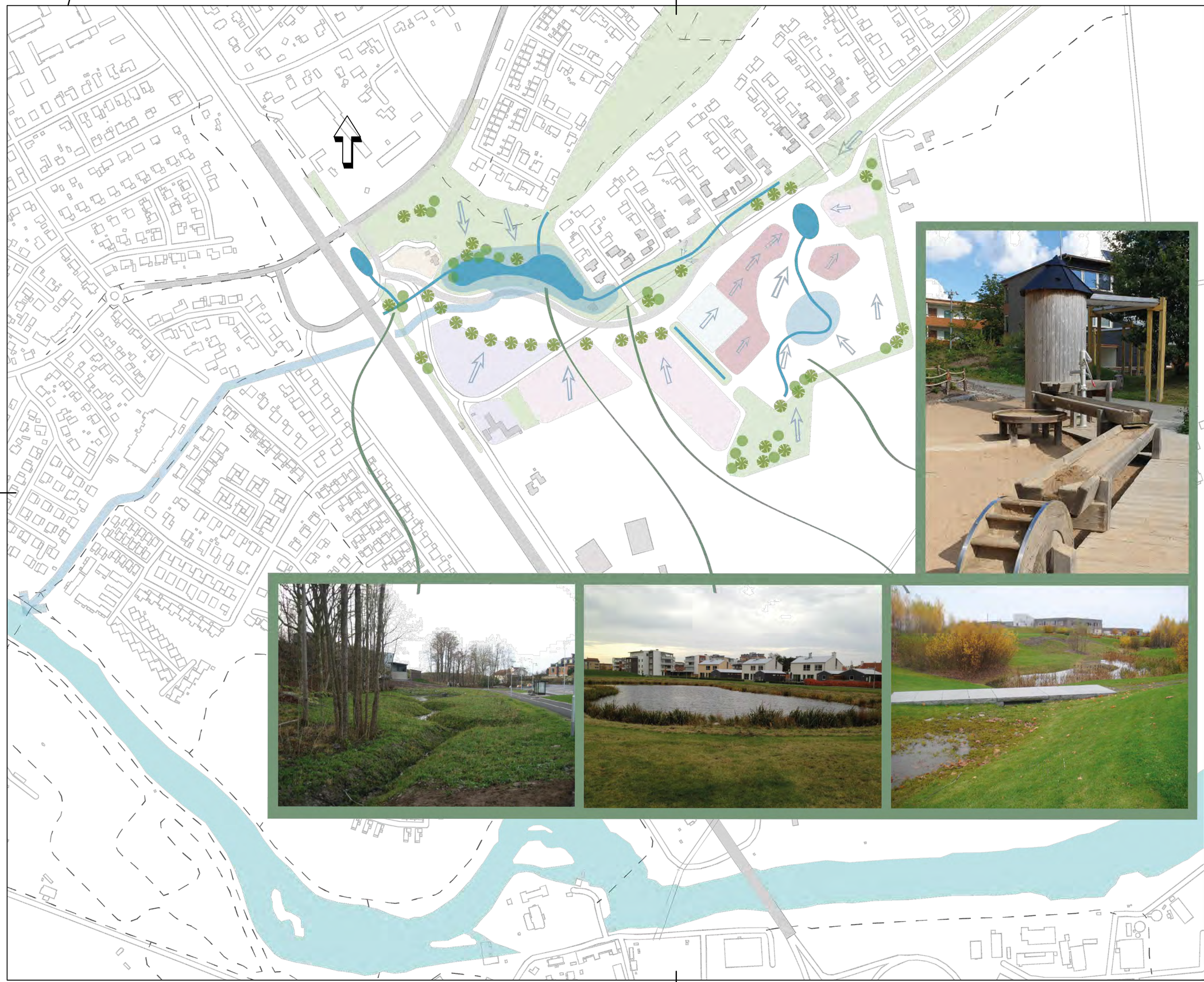


Figur 4. En så kallad overlay av planritningen med båtnadsområdet till markavvattningsföretaget "Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930" med ett ortofoto från 1975 (Lantmäteriet).

Figur 5. En så kallad overlay av planritningen med båtnadsområdet till markavvattningsföretaget "Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930" på den topografiska webbkartan.

Påverkan av föreslagen exploatering

Markavvattningsföretaget ”Torrläggning av mark till Tröinge nr 1,2 och 3 år 1930” dimensionerades för ett litet avrinningsområde med mindre flöden från naturmark när det bildades på 1930-talet. Markavvattningsföretagets anläggning så som den beskrivs i handlingarna är inte dimensionerad för att belastas med större mängder dagvatten. Sedan tillkomsten har markavvattningsföretagets anläggning (dike) förändrats på flera sträckor vilket också sannolikt visar att det varit nödvändigt att bygga om anläggningen då dagvattenflödena ökat när delar av området exploaterats. I den nedre delen av området vid Fajans har det ursprungliga diket kulverterats. Längre uppströms har diket dragits om i samband med att bostadsområdet Tröingeberg anlagts och Hällinge ringled kommit till. Anläggningen är omgjord i en sådan omfattning att det kan diskuteras om det kan sägas vara markavvattningsföretagets anläggning i dessa delar. Under utredningen har inga domar eller överenskommelser, som visar att den utformning som finns idag och som avviker från utformningen vid tillkomsten av företaget är legaliserad i juridisk mening, kunnat hittas. Efter exploatering av det nya området kommer det att finnas en mindre del jordbruksmark kvar inom i det ursprungliga båtnadsområdet. Den marken kommer att vara beroende av att avvattningen fungerar och en lösning tillsammans med eller separat från den allmänna dagvattenanläggningen måste utredas. Oavsett hur den lösningen ser ut rekommenderas att markavvattningsföretaget läggs ned i samband med den nya exploateringen i Tröinge. Markavvattningsföretaget som samfällighet med ansvarar för underhållet av dikena har då spelat ut sin roll och bör avslutas. De anläggningar (egentligen diken med ursprunglig sträckning och dimension) som markavvattningsföretaget ansvarar för tas då över av fastighetsägarna eller av huvudmannen för verksamhetsområdet för dagvatten.



Plangräns
Park och grönområden
Träd
Dagvattendamm
Dike/bäck
Avvattningsriktning
Översvämningsyta
Flödesväg vid skyfall

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 13 30

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

VA-UTREDNING TRÖINGESKOLAN

Norconsult
www.Norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1071898	K. RYDBERG	J.SÖDERGREN
DATUM	ANSVARIG	
2021-12-02	E. NILSSON-KESKITALO	

ÖVERSIKTLIG HANTERING AV DAGVATTEN, SKYFALL OCH VA INOM UTVECKLINGSOMRÅDET TRÖINGEDAL

SKALA	NUMMER	BET
A1: EJ I SKALA A3: EJ I SKALA	BILAGA 2	

Sökväg N:\1071\18\1071898\5 Arbetsmaterial\02 BIM\R\Rilder\Bilaga 2.nyd.dwg
Plottad 2021-12-02 11:07:34
Plottad av: Adam Dahlin

BEFINTLIGT D 500 BTG KOPPLAS TILL DAGVATTENDAMM

SPILLVATTEN ANSLUTS MED STALP TILL BEF S 300 BTG VG 11.00
DAGVATTEN ANSLUTS TILL BEF D 800 BTG VG 10.40

HÄLLINGE RINGVÄG HÖJS TILL NIVÅ 12.20 FÖR ATT MÖJLIGGÖRA ANSLUTNING AV SPILLVATTEN

DAGVATTENDAMM
LVY 10.60
HVY1 11.40
VOLYM CA 1020 M³
AREA HVY CA 1650 M²
SLÄNTLUTNING 1:5

SPILLVATTEN KAN ANSLUTS MED STALP PÅ BEF S 300 BTG VG 10.65

BEF V 500 OCH V 150 I HÄLLINGE RINGVÄG BYTS UT OCH FLYTTAS TILL NY VÄGSTRÄCKNING

DAGVATTEN FRÅN SKOLTOMTEN ANSLUTS TILL DAGVATTENDAMM GENOM YTLIGT SYSTEM

FLERA GRÖNA FÖRDRÖJNINGSANLÄGGNINGAR KAN ANLÄGGAS UPPSTRÖMS DAMMEN

FÖRESLAGNA MARKNIVÅER KAN BEHÖVAS JUSTERAS BEROENDE PÅ VART BYGGNADER PLACERAS OCH OM DAGVATTEN HANTERAS I ÖPPNA LÖSNINGAR ELLER I LEDNINGAR

DAGVATTEN KAN ANSLUTAS YTLIGT TILL GRÖNSSTRÅK OCH KOPPLAS TILL PARKOMRÅDE (INRÄKNAT I REDOVISAD VOLYM)

BEF SPILL RIVS

BEF D 1000 BTG ERSÄTTS MED 3 ST D 600 BTG, SÄNKER HJÄSSAN MED 0,4 M,
SPILLVATTEN ANSLUTS MED STALP PÅ 400 BTG VG 10.05

BEF SPILL DIMENSIOENRAS UPP TILL S 400 BTG

DAGVATTEN HANTERAS YTLIGT OCH ANSLUTS TILL DAGVATTENLEDNING

SPILLVATTEN KAN ANSLUTS MED STALP PÅ BEF 400 BTG FRÅN SYD VG 10.15

AVSÄTTNING FÖR EV. FRAMTIDA DETALJPLANER

DAGVATTEN FRÅN FRAMTIDA DETALJPLANER I SÖDER FÖRESLÅS AVLEDAS SÖDERUT

NATUR

B

S C1

B C1

K Z

PARK

GC-VÄG

KONNEKTIONSLINJE

Hällinge Ringväg

Springarevägen

Solvägen

Rödesvägen

Röteravägen

Ärtedalsgatan

SKALA 1:1000, METER

0 10 20 30 40 80

BETECKNING

PLANOMRÅDESGRÄNS
ANVÄNDNINGSGRÄNS
FASTIGHETSGRÄNS

BEFINTLIGT SYSTEM

VATTEN
SPILLVATTEN
TRYCKSPILLVATTEN
DAGVATTEN
DIKE
+ 13.10 MARKNIVÅ

FÖRESLAGET SYSTEM

VATTEN
SPILLVATTEN
DAGVATTEN
DIKE
+ 13.10 MARKNIVÅ

DAGVATTENDAMM
LÄGVATTENYTA
HÖGVATTENYTA
MARKSKÄRNING

TORRDAMM
BOTTENNIVÅ
HÖGVATTENYTA
MARKSKÄRNING

ÖVERSVÄMNINGSYTA

RINNVÄG VID SKYFALL

ANMÄRKNINGAR
- PLACERING AV REDOVISADE SERVIS-AVSÄTTNINGAR KAN JUSTERAS

KOORDINATSYSTEM: SWEREF99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

VATTEN & MILJÖ I VÄST AB
Box 110
311 22 Falkenberg
TEL 0757 - 27 40 00

TRÖINGEDAL

Norconsult
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1071898	ADAM DAHLIN	ADAM DAHLIN
DATUM	ANSVARIG	
2021-12-02	EMMA N. KESKITALO	

VA-UTREDNING

FÖRESLAGET VA-SYSTEM
PLAN

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 3	

Sökväg: O:\Uppdr\1071898 Hällsta Lekis\TRÖINGEDAL C4D\VA\02_Modell\VA-SYH-P-001.dwg
Plottad: 2021-12-02 10:55:58
Plottad av: Adam Dahlin

BEFINTLIG VATTEN- OCH SPILLVATTENLEDNING LÄGGS OM TILL PLANERAD VÄG

DAGVATTENDAMM
LVY 10.30
HVY 10.80
AREA HVY CA 7000 M²
VOLYM CA 3540 M³
SLÄNTLUTNING 1:5

TOTALT BEHÖVS CA 2040 M³ FÖR NYEXPLOATERING
OCH 1500 M³ FÖR BEFINTLIGT BOSTADSOMRÅDE

ÖVERSVÄMNINGSOMRÅDET ÄR CA 13000 M² OCH GER
EN VOLYM OM CA 6500 M³ INNAN DAGVATTEN
BRÄDDAR ÖVER NYA HÄLLINGE RINGVÄG

TORRDAMM TILL BEFINTLIGT BOSTADSOMRÅDE
TILLGÄNGLIG YTA CA 4000 M²
UTFORMNING OCH NIVÅER ANPASSAS EFTER VÄG
VOLYMSBEHOV CA 1000 M³

MARKSKÄRNING FRÅN BEF
MARK TILL NIVÅ 11.5

BEFINTLIGT D 500 BTG KOPPLAS
TILL DAGVATTENDAMM

SPILLVATTEN ANSLUTS MED
DAGVATTEN ANSLUTS TILL B

HÄLLINGE RINGVÄG HÖJS TILL
MÖJLIGGÖRA ANSLUTNING AV

SPILLVATTEN KAN ANSLUTS MED STALP PÅ BEF S 300
BTG VG 10.65

BEF V 500 OCH V 150 I HÄLLINGE
RINGVÄG BYTS UT OCH FLYTTAS
TILL NY VÄGSTRÄCKNING

DAGVAT
YTLIGT
KOPPLA
(INRÄKN

BEF SPILL RIVS

BEF D 1000 BTG ERSÄTTS MED 3 ST D 600 BTG, SÄNKER
HJÄSSAN MED 0,4 M,
SPILLVATTEN ANSLUTS MED STALP PÅ 400 BTG
VG 10.05

BEF SPILL DIMENSIOENRAS UPP
TILL S 400 BTG

DAGVATTEN HANTERAS YTLIGT OCH ANSLUTS
TILL DAGVATTENLEDNING

SPILLVATTEN KAN ANSLUTS MED
STALP PÅ BEF 400 BTG FRÅN SYD VG
10.15

DAGVATTENDAMM KAN
AVTAPPAS OCH ANSLUTA TILL BEF
D 1200 BTG I HÄLLINGE RINGVÄG

KAPACITET I BEFINTLIGT D BTG 800 ÄR OSÄKER
5 ‰ LUTNING GER CA 950 L/S VID FULL LEDNING

NATUR

GC-VÄG

B

BETECKNING

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- ANVÄNDNINGSGRÄNS
- FASTIGHETSGRÄNS

BEFINTLIGT SYSTEM

- VATTEN
- SPILLVATTEN
- TRYCKSPILLVATTEN
- DAGVATTEN
- DIKE
- + 13.10 MARKNIVÅ

FÖRESLAGET SYSTEM

- VATTEN
- SPILLVATTEN
- DAGVATTEN
- DIKE
- + 13.10 MARKNIVÅ
- DAGVATTENDAMM (LÅGVATTENYTA, HÖGVATTENYTA, MARKSKÄRNING)
- TORRDAMM (BOTTENNIVÅ, HÖGVATTENYTA, MARKSKÄRNING)
- ÖVERSVÄMNINGSYTA
- RINNVÄG VID SKYFALL

ANMÄRKNINGAR
- PLACERING AV REDOVISADE SERVIS-AVSÄTTNINGAR KAN JUSTERAS

KOORDINATSYSTEM: SWEREF99 12 00
HÖJDSYSTEM: RH2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

VIVAB
VATTEN & MILJÖ I VÄST AB
Box 110
311 22 Falkenberg
TEL 0757 - 27 40 00

TRÖINGEDAL

Norconsult
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1071898	ADAM DAHLIN	ADAM DAHLIN
DATUM	ANSVARIG	
2021-12-02	EMMA N. KESKITALO	

VA-UTREDNING

FÖRESLAGET VA-SYSTEM
PLAN

SKALA 1:1000, METER
0 10 20 30 40 80

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 4	

Sweref 99 Trueform Lokal Höjdsystem RH2000
Utskriftsdatum: 2021-12-02 11:00:35
Ritad av: Adam Dahlin
Ritnamn: C:\Users\adam.h.dahlin\Desktop\1071898_TRÖINGEDAL_CAD\VA\02_Modell\R-51-P-001.dwg

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Jordbruksmark	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	39	1100	9.0	14	20	0.10	1.0	0.50	0.0050	100000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	150	0.010	0.0010

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Jordbruksmark	220	5300	6.0	11	20	0.10	3.0	2.0	0.0050	100000
SD	290	5500	2.0	5.5	20	0.070	*nd*	*nd*	*nd*	73000
Markanvändning	**Oil**	**PAH16**	**BaP**							
Jordbruksmark	200	0.10	0.010							
SD	*nd*	*nd*	*nd*							

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	39	1100	9.0	14	20	0.10	1.0	0.50	0.0050	100000	150	0.010	0.0010
Absolut osäkerhet (%)	7.8	220	1.8	2.8	4.0	0.020	0.20	0.10	0.0010	20000	30	0.0020	0.00020

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	220	5300	6.0	11	20	0.10	3.0	2.0	0.0050	100000	200	0.10	0.010
Absolut osäkerhet (+/-)	44	1100	1.2	2.2	4.0	0.020	0.60	0.40	0.0010	20000	40	0.020	0.0020

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.46	13	0.11	0.17	0.24	0.0012	0.012	0.0060	0.000060	1200	1.8	0.00012	0.000012
Absolut osäkerhet (+/-)	0.15	4.1	0.034	0.053	0.075	0.00038	0.0038	0.0019	0.000019	380	0.57	0.000038	0.0000038

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	1.2	29	0.032	0.059	0.11	0.00054	0.016	0.011	0.000027	540	1.1	0.00054	0.000054
Absolut osäkerhet (+/-)	0.37	9.0	0.010	0.019	0.034	0.00017	0.0051	0.0034	0.0000085	170	0.34	0.00017	0.000017

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	95	2400	8.1	13	20	0.10	1.6	0.97	0.0050	100000	170	0.038	0.0038
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	29	730	2.5	4.0	6.0	0.030	0.47	0.29	0.0015	30000	49	0.012	0.0012
Relativ osäkerhet (%)	C	31	30	31	31	30	30	29	30	30	30	30	32	32

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	1.6	42	0.14	0.23	0.35	0.0017	0.028	0.017	0.000086	1700	2.9	0.00066	0.000066
Absolut osäkerhet (+/-)	0.40	9.9	0.035	0.056	0.083	0.00041	0.0063	0.0039	0.000021	410	0.66	0.00017	0.000017
Relativ osäkerhet (%)	24	24	25	25	24	24	23	23	24	24	23	27	27

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.23	5.9	0.020	0.032	0.049	0.00024	0.0040	0.0024	0.000012	240	0.41	0.000093	0.0000093

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	95	2406	8.1	13	20	0.10	1.6	0.97	0.0050	100000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	166	0.038	0.0038

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	1.6	42	0.14	0.23	0.35	0.0017	0.028	0.017	0.000086	1729

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	2.9	0.00066	0.000066

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	0.46	13	0.11	0.17	0.24	0.0012	0.012	0.0060	0.000060	1192

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	1.8	0.00012	0.000012

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	1.2	29	0.032	0.059	0.11	0.00054	0.016	0.011	0.000027	538

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	1.1	0.00054	0.000054

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Villaområde	5.0
Skolområde	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	58	1200	1.2	5.5	27	0.045	0.66	3.2	0.0060	11000
Skolområde	87	1400	1.8	8.3	33	0.064	2.0	4.9	0.012	17000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	69	0.050	0.0083
Skolområde	120	0.050	0.0083

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Villaområde	200	1400	10	20	80	0.50	5.8	6.0	0.015	45000
SD	95	510	52	20	66	0.70	1.2	2.8	0.097	290000
Skolområde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Markanvändning	**Oil**	**PAH16**	**BaP**							
Villaområde	400	0.60	0.050							
SD	1900	*nd*	*nd*							
Skolområde	700	0.60	0.050							
SD	*nd*	*nd*	*nd*							

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	82	1400	1.7	7.8	32	0.060	1.8	4.6	0.011	16000	110	0.050	0.0083
Absolut osäkerhet (%)	16	270	0.34	1.6	6.5	0.012	0.35	0.92	0.0022	3300	22	0.010	0.0017

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	290	1600	15	26	98	0.68	11	8.7	0.029	68000	670	0.60	0.050
Absolut osäkerhet (+/-)	58	320	2.9	5.3	20	0.14	2.3	1.7	0.0057	14000	130	0.12	0.010

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.55	9.3	0.011	0.053	0.22	0.00041	0.012	0.031	0.000074	110	0.75	0.00034	0.000056
Absolut osäkerhet (+/-)	0.17	2.9	0.0036	0.017	0.069	0.00013	0.0038	0.0098	0.000023	35	0.24	0.00011	0.000018

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.2	50	0.46	0.84	3.1	0.022	0.36	0.28	0.00091	2100	21	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.98	0.0068	0.11	0.087	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	250	1500	12	23	87	0.57	9.7	8.0	0.025	59000	570	0.50	0.043
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	92	530	4.6	8.4	31	0.21	3.6	2.8	0.0091	21000	210	0.19	0.016
Relativ osäkerhet (%)	C	36	34	37	36	36	37	37	35	36	37	37	37	37

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.8	59	0.47	0.89	3.3	0.022	0.37	0.31	0.00098	2300	22	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.99	0.0068	0.11	0.088	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050
Relativ osäkerhet (%)	30	27	31	30	30	31	31	29	29	30	31	31	31

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
1.4	8.4	0.067	0.13	0.47	0.0031	0.053	0.044	0.00014	320	3.1	0.0027	0.00023

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	159	1349	7.5	16	65	0.37	4.3	5.2	0.012	35226
Skolområde	266	1568	13	24	89	0.60	10	8.3	0.027	61491

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	304	0.44	0.038
Skolområde	606	0.51	0.043

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.66	5.6	0.031	0.066	0.27	0.0015	0.018	0.022	0.000052	147
Skolområde	9.1	54	0.44	0.82	3.1	0.020	0.36	0.29	0.00093	2111

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.3	0.0018	0.00016
Skolområde	21	0.018	0.0015

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.070	1.5	0.0014	0.0066	0.032	0.000055	0.00080	0.0039	0.0000072	13
Skolområde	0.48	7.8	0.010	0.046	0.19	0.00035	0.011	0.027	0.000067	97

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	0.083	0.000060	0.000010
Skolområde	0.67	0.00028	0.000046

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.59	4.1	0.030	0.059	0.24	0.0015	0.017	0.018	0.000044	133
Skolområde	8.6	46	0.43	0.78	2.9	0.020	0.35	0.26	0.00086	2014

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.2	0.0018	0.00015
Skolområde	20	0.017	0.0014

Resultatrapport StormTac Web

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

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Våt damm & våtmark

Del av reducerat avrinningsområde	$K_A\varphi$	370	m^2/ha_{red}
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	5.00	l/s
Dim. utflöde	Q_{out2}	60	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	65	l/s
Absolut osäkerhet (%)		0	l/s

4.2 Utdata

Permanent vattenyta	A_p	1500	m^2
Total regleryta	A_{tot}	2300	m^2
Permanent vattenvolym	V_p	960	m^3
Total vattenvolym	V_{tot}	2500	m^3
Uppehållstid, total avrrinning, årsmedel	$t_{d,tot}$	12	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	$t_{d,m}$	28	h
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	r_d	23	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d,\ max}$	4.1	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräknad från längd:bredd	e_h	0.70	
Tvärsnittsarea	A_{cross}	41	m^2
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	$v_{c,p}$	0.036	m/s

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

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	69	32	76	66	75	61	85	70
SD	25	15	22	23	21	30	22	23
Absolut osäkerhet (+/-)	21	9.5	23	20	22	18	26	21
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	50	84	85	86	84			
SD	1.0	19	32	17	4.5			
Absolut osäkerhet (+/-)	15	25	26	26	25			

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

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

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C_{re}	78	1100	2.9	7.8	22	0.22	1.5	2.4
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	37	480	1.4	3.7	10	0.11	0.69	1.1
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	45	48	47	47	48	48	46
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning	C_{re}	0.013	9700	86	0.070	0.0070			
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	0.0060	4600	41	0.034	0.0033			
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	47	48	48	48			

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L_{out}	3.0	41	0.11	0.30	0.85	0.0086	0.056	0.091
Avskiljd mängd		6.8	19	0.36	0.59	2.5	0.013	0.32	0.22
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	1.3	16	0.048	0.13	0.36	0.0037	0.024	0.038
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	40	43	42	42	43	43	41
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Föroreningsbelastning	L_{out}	0.00050	370	3.3	0.0027	0.00027			
Avskiljd mängd		0.00049	1900	19	0.017	0.0014			
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.00021	160	1.4	0.0012	0.00012			
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	43	43	43	43			

4.3 Sediment

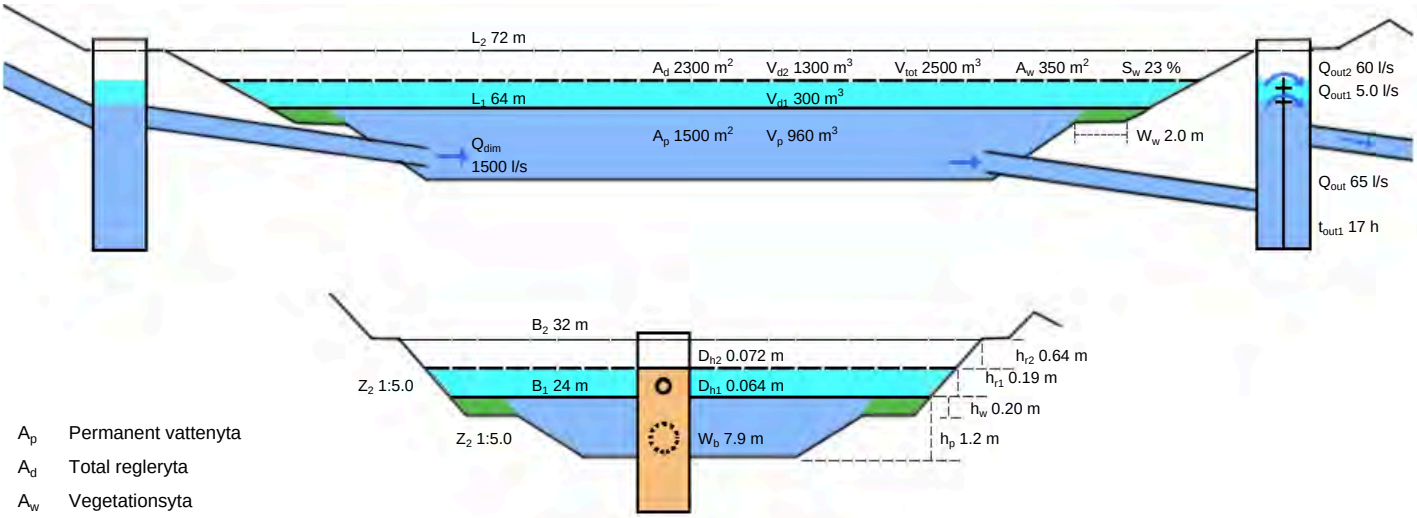
4.3.1 Indata

Avskiljd mängd SS (ackumulerad på bottenarean)	1885	kg/år
Bottenarea	378	m^2
Andel TS	29	%
Sedimentets densitet	1350	kg/m^3
Max sedimentdjup före borttagning	200	mm
Andel av bottenarea med mest sedimentackumulation	0.25	

4.3.2 Utdata

Sedimentets tillväxthastighet (normalt 10-40)	13	mm/år
Antal år till borttagning av sediment	16	år
Sedimentets tillväxthastighet i den del med mest sedimentackumulation	51	mm/år
Antal år till borttagning av sediment i den del med mest sedimentackumulation	3.9	år

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning



A_p	Permanent vattenyta
A_d	Total regleryta
A_w	Vegetationsyta
V_p	Permanent vattenvolym
V_{tot}	Total vattenvolym
V_{d1}	Nedre reglervolym
V_{d2}	Övre reglervolym
S_w	Andel vegetation
t_{out1}	Tömningstid för Qout1
L_1	Längd vid permanent vattennivå
L_2	Längd vid maximal vattennivå
b_1	Bredd vid permanent vattennivå
b_2	Bredd vid maximal vattennivå
D_{H1}	Diameter av lägre skibordshål
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål
W_b	Bottenbredd
h_{r1}	Undre reglerhöjd
h_{r2}	Övre reglerhöjd
h_w	Djup på våtmarkszonen
h_p	Permanent vattendjup
Z_1	Nedre släntlutning
Z_2	Övre släntlutning
Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde
Q_{out1}	Utflöde från permanent dammnivå
Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Villaområde	5.0
Skolområde	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	58	1200	1.2	5.5	27	0.045	0.66	3.2	0.0060	11000
Skolområde	87	1400	1.8	8.3	33	0.064	2.0	4.9	0.012	17000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	69	0.050	0.0083
Skolområde	120	0.050	0.0083

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Villaområde	200	1400	10	20	80	0.50	5.8	6.0	0.015	45000
SD	95	510	52	20	66	0.70	1.2	2.8	0.097	290000
Skolområde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Markanvändning	**Oil**	**PAH16**	**BaP**							
Villaområde	400	0.60	0.050							
SD	1900	*nd*	*nd*							
Skolområde	700	0.60	0.050							
SD	*nd*	*nd*	*nd*							

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	82	1400	1.7	7.8	32	0.060	1.8	4.6	0.011	16000	110	0.050	0.0083
Absolut osäkerhet (%)	16	270	0.34	1.6	6.5	0.012	0.35	0.92	0.0022	3300	22	0.010	0.0017

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	290	1600	15	26	98	0.68	11	8.7	0.029	68000	670	0.60	0.050
Absolut osäkerhet (+/-)	58	320	2.9	5.3	20	0.14	2.3	1.7	0.0057	14000	130	0.12	0.010

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.55	9.3	0.011	0.053	0.22	0.00041	0.012	0.031	0.000074	110	0.75	0.00034	0.000056
Absolut osäkerhet (+/-)	0.17	2.9	0.0036	0.017	0.069	0.00013	0.0038	0.0098	0.000023	35	0.24	0.00011	0.000018

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.2	50	0.46	0.84	3.1	0.022	0.36	0.28	0.00091	2100	21	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.98	0.0068	0.11	0.087	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	250	1500	12	23	87	0.57	9.7	8.0	0.025	59000	570	0.50	0.043
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	92	530	4.6	8.4	31	0.21	3.6	2.8	0.0091	21000	210	0.19	0.016
Relativ osäkerhet (%)	C	36	34	37	36	36	37	37	35	36	37	37	37	37

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.8	59	0.47	0.89	3.3	0.022	0.37	0.31	0.00098	2300	22	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.99	0.0068	0.11	0.088	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050
Relativ osäkerhet (%)	30	27	31	30	30	31	31	29	29	30	31	31	31

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
1.4	8.4	0.067	0.13	0.47	0.0031	0.053	0.044	0.00014	320	3.1	0.0027	0.00023

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	159	1349	7.5	16	65	0.37	4.3	5.2	0.012	35226
Skolområde	266	1568	13	24	89	0.60	10	8.3	0.027	61491

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	304	0.44	0.038
Skolområde	606	0.51	0.043

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.66	5.6	0.031	0.066	0.27	0.0015	0.018	0.022	0.000052	147
Skolområde	9.1	54	0.44	0.82	3.1	0.020	0.36	0.29	0.00093	2111

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.3	0.0018	0.00016
Skolområde	21	0.018	0.0015

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.070	1.5	0.0014	0.0066	0.032	0.000055	0.00080	0.0039	0.0000072	13
Skolområde	0.48	7.8	0.010	0.046	0.19	0.00035	0.011	0.027	0.000067	97

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	0.083	0.000060	0.000010
Skolområde	0.67	0.00028	0.000046

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.59	4.1	0.030	0.059	0.24	0.0015	0.017	0.018	0.000044	133
Skolområde	8.6	46	0.43	0.78	2.9	0.020	0.35	0.26	0.00086	2014

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.2	0.0018	0.00015
Skolområde	20	0.017	0.0014

Resultatrapport StormTac Web

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

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Biofilter

Andel av reducerad avrinningsyta	K_φ	7.0	%
Utflöde, max	Q_{out}	65	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	250	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	450	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Tjocklek, skelettjord	h_5	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	200	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	k_2	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k_4	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k_6	8.0	mm/h
Släntlutning övre, 1:z_2	z_2	0	
Släntlutning undre, 1:z_1	z_1	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

4.2 Utdata

Anläggningens yta	A_{sf}	2900	m^2
Exfiltrationsyta	A_{exf}	0	m^2
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H_{tot2}	1150	mm
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	$V_{d,max}$	2000	m^3
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_{r2}	120	min
Totalt tillgänglig (effektiv) volym	V_{eff}	1500	m^3
Total anläggningsvolym	V_{tot}	3400	m^3
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	r_d	37	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d,\ max}$	6.6	h
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning.	$t_{d,mean}$	34	h
Utflöde genom exfiltration ner mot grundvattnet	$Q_{out,exf}$	0	l/s
Andel som exfiltrationsutflödet ger av den totala årliga avrinningsvolymen		0	%
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Nej	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	79	61	90	83	91	87	66	81
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	24	18	27	25	27	26	20	24
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	64	85	77	92	92			
SD	*nd*	50	14	*nd*	*nd*			
Absolut osäkerhet (+/-)	19	26	23	28	28			

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

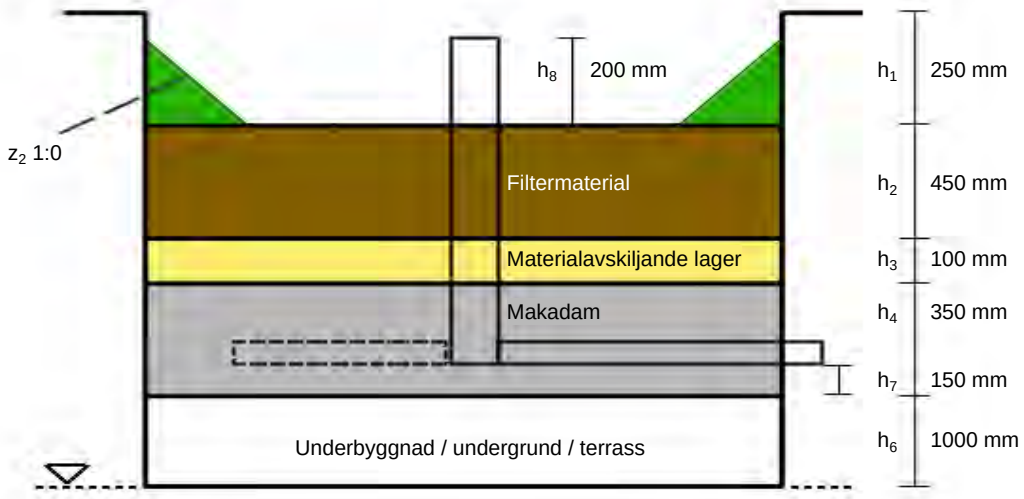
Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) efter rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C_{re}	54	600	1.2	3.9	8.1	0.072	3.3	1.5
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	25	270	0.57	1.9	3.8	0.034	1.6	0.69
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	45	48	47	47	48	48	46
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning	C_{re}	0.0091	8800	130	0.038	0.0032			
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	0.0042	4200	62	0.018	0.0015			
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	47	48	48	48			

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L_{out}	2.1	23	0.046	0.15	0.31	0.0028	0.13	0.058
Avskiljd mängd		7.7	36	0.43	0.74	3.0	0.019	0.25	0.25
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.88	9.3	0.020	0.064	0.13	0.0012	0.054	0.024
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	40	43	42	42	43	43	41
Föroreningsbelastning till grundvatten	$L_{out,gw}$	0	0	0	0	0	0	0	0
Föroreningsbelastning till dagvatten	$L_{out,sw}$	2.1	23	0.046	0.15	0.31	0.0028	0.13	0.058
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Föroreningsbelastning	L_{out}	0.00035	340	5.0	0.0015	0.00012			
Avskiljd mängd		0.00063	1900	17	0.018	0.0015			
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.00015	140	2.2	0.00064	0.000053			
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	43	43	43	43			
Föroreningsbelastning till grundvatten	$L_{out,gw}$	0	0	0	0	0			
Föroreningsbelastning till dagvatten	$L_{out,sw}$	0.00035	340	5.0	0.0015	0.00012			



Biofilter (regnbädd/växtbädd)

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Villaområde	5.0
Skolområde	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	58	1200	1.2	5.5	27	0.045	0.66	3.2	0.0060	11000
Skolområde	87	1400	1.8	8.3	33	0.064	2.0	4.9	0.012	17000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	69	0.050	0.0083
Skolområde	120	0.050	0.0083

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Villaområde	200	1400	10	20	80	0.50	5.8	6.0	0.015	45000
SD	95	510	52	20	66	0.70	1.2	2.8	0.097	290000
Skolområde	300	1600	15	27	100	0.70	12	9.0	0.030	70000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Markanvändning	**Oil**	**PAH16**	**BaP**							
Villaområde	400	0.60	0.050							
SD	1900	*nd*	*nd*							
Skolområde	700	0.60	0.050							
SD	*nd*	*nd*	*nd*							

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	82	1400	1.7	7.8	32	0.060	1.8	4.6	0.011	16000	110	0.050	0.0083
Absolut osäkerhet (%)	16	270	0.34	1.6	6.5	0.012	0.35	0.92	0.0022	3300	22	0.010	0.0017

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	290	1600	15	26	98	0.68	11	8.7	0.029	68000	670	0.60	0.050
Absolut osäkerhet (+/-)	58	320	2.9	5.3	20	0.14	2.3	1.7	0.0057	14000	130	0.12	0.010

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.55	9.3	0.011	0.053	0.22	0.00041	0.012	0.031	0.000074	110	0.75	0.00034	0.000056
Absolut osäkerhet (+/-)	0.17	2.9	0.0036	0.017	0.069	0.00013	0.0038	0.0098	0.000023	35	0.24	0.00011	0.000018

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.2	50	0.46	0.84	3.1	0.022	0.36	0.28	0.00091	2100	21	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.98	0.0068	0.11	0.087	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	250	1500	12	23	87	0.57	9.7	8.0	0.025	59000	570	0.50	0.043
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	92	530	4.6	8.4	31	0.21	3.6	2.8	0.0091	21000	210	0.19	0.016
Relativ osäkerhet (%)	C	36	34	37	36	36	37	37	35	36	37	37	37	37

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	9.8	59	0.47	0.89	3.3	0.022	0.37	0.31	0.00098	2300	22	0.019	0.0016
Absolut osäkerhet (+/-)	2.9	16	0.15	0.26	0.99	0.0068	0.11	0.088	0.00029	680	6.7	0.0060	0.00050
Relativ osäkerhet (%)	30	27	31	30	30	31	31	29	29	30	31	31	31

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
1.4	8.4	0.067	0.13	0.47	0.0031	0.053	0.044	0.00014	320	3.1	0.0027	0.00023

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	159	1349	7.5	16	65	0.37	4.3	5.2	0.012	35226
Skolområde	266	1568	13	24	89	0.60	10	8.3	0.027	61491

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	304	0.44	0.038
Skolområde	606	0.51	0.043

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.66	5.6	0.031	0.066	0.27	0.0015	0.018	0.022	0.000052	147
Skolområde	9.1	54	0.44	0.82	3.1	0.020	0.36	0.29	0.00093	2111

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.3	0.0018	0.00016
Skolområde	21	0.018	0.0015

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.070	1.5	0.0014	0.0066	0.032	0.000055	0.00080	0.0039	0.0000072	13
Skolområde	0.48	7.8	0.010	0.046	0.19	0.00035	0.011	0.027	0.000067	97

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	0.083	0.000060	0.000010
Skolområde	0.67	0.00028	0.000046

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Villaområde	0.59	4.1	0.030	0.059	0.24	0.0015	0.017	0.018	0.000044	133
Skolområde	8.6	46	0.43	0.78	2.9	0.020	0.35	0.26	0.00086	2014

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Villaområde	1.2	0.0018	0.00015
Skolområde	20	0.017	0.0014

Resultatrapport StormTac Web

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

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Torr damm

Andel av reducerad avrinningsyta	K_φ	3.9	%
Utflöde, max	Q_{out}	65	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	1000	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	150	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	0	mm
Tjocklek, makadam	h_4	0	mm
Tjocklek, skelettjord	h_5	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	0	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	0	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	k_2	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k_4	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k_6	8.0	mm/h
Släntlutning övre, 1:z_2	z_2	1.5	
Släntlutning undre, 1:z_1	z_1	0	
Anläggningens längd	L	70	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

4.2 Utdata

Anläggningens yta	A_{sf}	1600	m^2
Exfiltrationsyta	A_{exf}	1400	m^2
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H_{tot2}	1150	mm
Anläggningens totala bredd	W_{tot}	23198	mm
Plan bottenbredd	W_b	20198	mm
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	$V_{d,max}$	1500	m^3
Dim. varaktighet vid dim. V_d	t_{r2}	120	min
Totalt tillgänglig (effektiv) volym	V_{eff}	1600	m^3
Total anläggningsvolym	V_{tot}	1900	m^3
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	r_d	38	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d,\ max}$	6.8	h
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning.	$t_{d,mean}$	35	h
Utflöde genom exfiltration ner mot grundvattnet	$Q_{out,exf}$	1.6	l/s
Andel som exfiltrationsutflödet ger av den totala årliga avrinningsvolymen		17.1	%
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Ja	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	13	31	51	29	31	43	52	47
SD	0.50	2.6	*nd*	1.5	1.5	*nd*	*nd*	*nd*
Absolut osäkerhet (+/-)	3.9	9.4	15	8.8	9.4	13	15	14
Ämne	**Hg**	**SS**	**Oil**	**PAH16**	**BaP**			
Uträknat	20	61	84	45	45			
SD	*nd*	10	*nd*	*nd*	*nd*			
Absolut osäkerhet (+/-)	6.0	18	25	13	13			

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

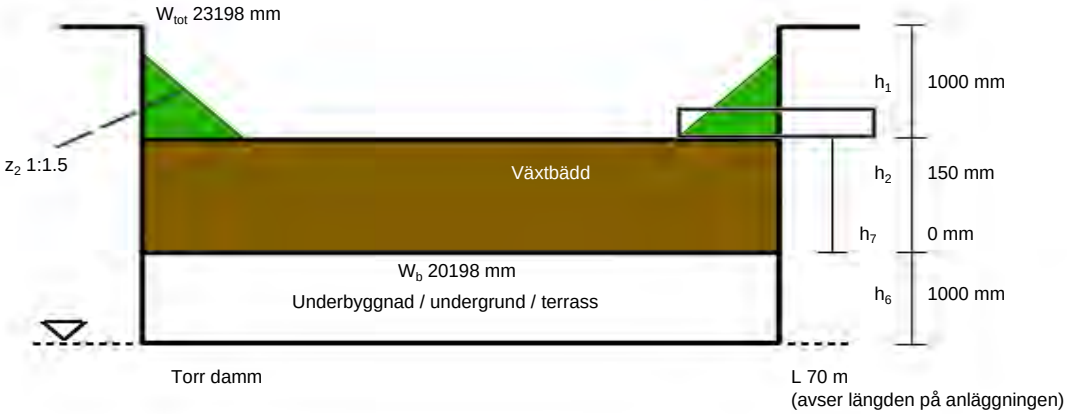
Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) efter rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C_{re}	220	1100	6.0	16	59	0.33	4.7	4.2
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	100	480	2.8	7.7	28	0.16	2.2	2.0
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	45	48	47	47	48	48	46
		Hg	**SS**	**Oil**	**PAH16**	**BaP**			
Beräkning	C_{re}	0.020	23000	92	0.28	0.024			
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	0.0095	11000	44	0.13	0.011			
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	47	47	48	48	48			

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L_{out}	8.5	41	0.23	0.63	2.3	0.013	0.18	0.16
Avskiljd mängd		1.3	19	0.24	0.26	1.0	0.0094	0.19	0.15
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	3.6	17	0.099	0.27	0.96	0.0054	0.078	0.067
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	40	43	42	42	43	43	41
Föroreningsbelastning till grundvatten	$L_{out,gw}$	1.5	7.0	0.039	0.11	0.39	0.0022	0.031	0.028
Föroreningsbelastning till dagvatten	$L_{out,sw}$	7.0	34	0.19	0.52	1.9	0.010	0.15	0.13
		Hg	**SS**	**Oil**	**PAH16**	**BaP**			
Föroreningsbelastning	L_{out}	0.00078	880	3.5	0.011	0.00090			
Avskiljd mängd		0.00020	1400	19	0.0087	0.00074			
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.00033	370	1.5	0.0046	0.00039			
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	42	43	43	43	43			
Föroreningsbelastning till grundvatten	$L_{out,gw}$	0.00013	150	0.60	0.0018	0.00016			
Föroreningsbelastning till dagvatten	$L_{out,sw}$	0.00065	730	2.9	0.0088	0.00075			


W_tot 23198 mm
z_2 1:1.5
Växtbädd
W_b 20198 mm
Underbyggnad / undergrund / terrass
h_1
1000 mm
h_2
150 mm
h_7
0 mm
h_6
1000 mm
Torr damm
L 70 m
(avser längden på anläggningen)

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Jordbruksmark	5.0

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	39	1100	9.0	14	20	0.10	1.0	0.50	0.0050	100000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	150	0.010	0.0010

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	**P**	**N**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**	**SS**
Jordbruksmark	220	5300	6.0	11	20	0.10	3.0	2.0	0.0050	100000
SD	290	5500	2.0	5.5	20	0.070	*nd*	*nd*	*nd*	73000
Markanvändning	**Oil**	**PAH16**	**BaP**							
Jordbruksmark	200	0.10	0.010							
SD	*nd*	*nd*	*nd*							

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	39	1100	9.0	14	20	0.10	1.0	0.50	0.0050	100000	150	0.010	0.0010
Absolut osäkerhet (%)	7.8	220	1.8	2.8	4.0	0.020	0.20	0.10	0.0010	20000	30	0.0020	0.00020

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	220	5300	6.0	11	20	0.10	3.0	2.0	0.0050	100000	200	0.10	0.010
Absolut osäkerhet (+/-)	44	1100	1.2	2.2	4.0	0.020	0.60	0.40	0.0010	20000	40	0.020	0.0020

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.48	14	0.11	0.17	0.25	0.0012	0.012	0.0061	0.000061	1200	1.8	0.00012	0.000012
Absolut osäkerhet (+/-)	0.15	4.3	0.035	0.054	0.078	0.00039	0.0039	0.0019	0.000019	390	0.58	0.000039	0.0000039

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	3.6	88	0.099	0.18	0.33	0.0017	0.050	0.033	0.000083	1700	3.3	0.0017	0.00017
Absolut osäkerhet (+/-)	1.2	28	0.031	0.058	0.10	0.00052	0.016	0.010	0.000026	520	1.0	0.00052	0.000052

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	140	3500	7.3	12	20	0.10	2.1	1.4	0.0050	100000	180	0.062	0.0062
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	47	1200	2.1	3.5	5.7	0.029	0.68	0.44	0.0014	29000	52	0.021	0.0021
Relativ osäkerhet (%)	C	33	33	28	28	29	29	31	32	29	29	29	34	34

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	4.1	100	0.21	0.35	0.58	0.0029	0.062	0.039	0.00014	2900	5.2	0.0018	0.00018
Absolut osäkerhet (+/-)	1.2	28	0.047	0.079	0.13	0.00065	0.016	0.011	0.000033	650	1.2	0.00052	0.000052
Relativ osäkerhet (%)	28	28	22	22	23	23	26	27	23	23	23	30	30

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.50	12	0.025	0.043	0.070	0.00035	0.0075	0.0047	0.000017	350	0.62	0.00021	0.000021

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	143	3510	7.3	12	20	0.10	2.1	1.4	0.0050	100000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	179	0.062	0.0062

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	4.1	101	0.21	0.35	0.58	0.0029	0.062	0.039	0.00014	2885

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	5.2	0.0018	0.00018

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	0.48	14	0.11	0.17	0.25	0.0012	0.012	0.0061	0.000061	1230

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	1.8	0.00012	0.000012

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Jordbruksmark	3.6	88	0.099	0.18	0.33	0.0017	0.050	0.033	0.000083	1656

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Jordbruksmark	3.3	0.0017	0.00017

Resultatrapport StormTac Web

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

3. Föroreningstransport

3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på www.stormtac.com.

Markanvändning	Faktor *
Väg 1	1.0
Industriområde, mindre förorenat	
Villaområde, exklusive väg	

* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10.
Enhet: -. 5 = standard schablonhalt från databasen för den specifika markanvändningen, 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

Basflödeshalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Vägar	52	1600	2.0	13	55	0.034	1.8	5.4	0.032	25000
Industriområde, mindre förorenat	85	1400	3.0	9.7	72	0.100	1.6	6.3	0.024	20000
Villaområde, exklusive väg	58	1300	0.96	5.8	30	0.025	0.50	2.7	0.019	10000

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Vägar	140	0.060	0.0042
Industriområde, mindre förorenat	150	0.068	0.018
Villaområde, exklusive väg	60	0.12	0.0032

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	150	1900	3.7	22	16	0.28	7.2	5.7	0.081	76000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	*nd*	1.9	42000
Industriområde, mindre förorenat	290	1600	25	35	210	1.1	9.6	12	0.060	80000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*
Villaområde, exklusive väg	200	1500	8.0	21	90	0.27	3.0	5.0	0.0010	40000
SD	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*	*nd*

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Väg 1	790	0.14	0.011
SD	1300	*nd*	*nd*
Industriområde, mindre förorenat	1700	0.82	0.11
SD	*nd*	*nd*	*nd*
Villaområde, exklusive väg	350	0.75	0.019
SD	*nd*	*nd*	*nd*

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

3.2 Utdata

Basflödeshalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	63	1400	1.5	7.7	43	0.042	0.93	3.9	0.022	14000	92	0.10	0.0064
Absolut osäkerhet (%)	13	280	0.31	1.5	8.5	0.0083	0.19	0.77	0.0044	2900	18	0.020	0.0013

Dagvattenhalt (µg/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	190	1700	9.4	24	79	0.45	6.5	6.7	0.054	66000	860	0.46	0.034
Absolut osäkerhet (+/-)	38	350	1.9	4.9	16	0.090	1.3	1.3	0.011	13000	170	0.092	0.0067

Basflödesmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.62	14	0.015	0.076	0.42	0.00041	0.0092	0.038	0.00022	140	0.91	0.0010	0.000063
Absolut osäkerhet (+/-)	0.20	4.3	0.0049	0.024	0.13	0.00013	0.0029	0.012	0.000070	45	0.29	0.00032	0.000020

Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	5.4	50	0.27	0.69	2.2	0.013	0.19	0.19	0.0015	1900	24	0.013	0.00096
Absolut osäkerhet (+/-)	1.7	16	0.085	0.22	0.71	0.0040	0.059	0.061	0.00048	600	7.7	0.0041	0.00030

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	160	1700	7.4	20	70	0.34	5.1	6.0	0.046	53000	660	0.37	0.027
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	55	530	2.6	6.9	23	0.12	1.8	2.0	0.015	19000	240	0.13	0.0094
Relativ osäkerhet (%)	C	34	32	36	35	33	36	36	33	34	35	36	35	35

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

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	6.1	63	0.28	0.77	2.7	0.013	0.19	0.23	0.0017	2000	25	0.014	0.0010
Absolut osäkerhet (+/-)	1.7	16	0.085	0.22	0.72	0.0040	0.059	0.062	0.00049	600	7.7	0.0041	0.00030
Relativ osäkerhet (%)	29	26	30	29	27	31	30	27	28	29	31	29	30

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.73	7.7	0.034	0.093	0.32	0.0016	0.023	0.028	0.00021	240	3.1	0.0017	0.00012

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	136	1906	3.6	21	20	0.25	6.7	5.7	0.076	70603
Industriområde, mindre förorenat	239	1588	19	29	178	0.84	7.5	10	0.051	64600
Villaområde, exklusive väg	138	1418	4.9	14	64	0.16	1.9	4.0	0.0090	26831

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Väg 1	732	0.14	0.011
Industriområde, mindre förorenat	1303	0.63	0.083
Villaområde, exklusive väg	223	0.48	0.012

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

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	2.2	30	0.056	0.33	0.32	0.0040	0.11	0.090	0.0012	1115
Industriområde, mindre förorenat	1.9	13	0.16	0.23	1.4	0.0068	0.061	0.082	0.00041	520
Villaområde, exklusive väg	2.0	21	0.071	0.21	0.92	0.0024	0.028	0.058	0.00013	389

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Väg 1	12	0.0021	0.00017
Industriområde, mindre förorenat	10	0.0051	0.00067
Villaområde, exklusive väg	3.2	0.0069	0.00018

Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	0.079	2.4	0.0030	0.020	0.083	0.000052	0.0027	0.0082	0.000049	37
Industriområde, mindre förorenat	0.17	3.0	0.0062	0.020	0.15	0.00021	0.0033	0.013	0.000050	41
Villaområde, exklusive väg	0.37	8.3	0.0061	0.037	0.19	0.00016	0.0032	0.017	0.00012	63

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Väg 1	0.22	0.000091	0.0000063
Industriområde, mindre förorenat	0.31	0.00014	0.000036
Villaområde, exklusive väg	0.38	0.00078	0.000021

Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	2.1	28	0.053	0.31	0.23	0.0040	0.10	0.081	0.0012	1078
Industriområde, mindre förorenat	1.7	9.8	0.15	0.21	1.3	0.0066	0.057	0.069	0.00036	479
Villaområde, exklusive väg	1.6	12	0.065	0.17	0.73	0.0022	0.024	0.041	0.0000081	325

Markanvändning	Oil	PAH16	BaP
Väg 1	11	0.0021	0.00016
Industriområde, mindre förorenat	10	0.0049	0.00063
Villaområde, exklusive väg	2.8	0.0061	0.00016

Resultatrapport StormTac Web

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

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Våt damm & våtmark

Del av reducerat avrinningsområde	$K_A\varphi$	350	m^2/ha_{red}
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	76.00	l/s
Dim. utflöde	Q_{out2}	124	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	200	l/s
Absolut osäkerhet (%)		0	l/s

4.2 Utdata

Permanent vattenyta	A_p	1300	m^2
Total regleryta	A_{tot}	1500	m^2
Permanent vattenvolym	V_p	980	m^3
Total vattenvolym	V_{tot}	1600	m^3
Uppehållstid, total avrrinning, årsmedel	$t_{d,tot}$	12	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	$t_{d,m}$	31	h
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	r_d	26	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	$t_{d,\ max}$	1.4	h
Hydraulisk effektivitet. (0-1). Översiktlig beräknad från längd:bredd	e_h	0.65	
Tvärsnittsarea	A_{cross}	33	m^2
Vattenhastighet vid Q_{dim} *	$v_{c,p}$	0.035	m/s

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

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	62	30	69	62	70	56	78	64
SD	25	15	22	23	21	30	22	23
Absolut osäkerhet (+/-)	19	9.1	21	18	21	17	23	19
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	47	78	85	86	80			
SD	1.0	19	32	17	4.5			
Absolut osäkerhet (+/-)	14	23	26	26	24			

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

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

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C_{re}	60	1200	2.3	7.7	21	0.15	1.1	2.1
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	27	510	1.1	3.5	9.3	0.070	0.53	0.96
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	46	44	47	46	45	47	47	45
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning	C_{re}	0.024	12000	99	0.052	0.0054			
Riktvärde	$C_{cr,sw}$	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C_{re}	0.011	5400	46	0.024	0.0025			
Relativ osäkerhet (%)	C_{re}	45	46	47	46	46			

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L_{out}	2.3	44	0.087	0.30	0.79	0.0057	0.044	0.082
Avskiljd mängd		3.8	19	0.20	0.47	1.9	0.0074	0.15	0.15
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.94	17	0.037	0.12	0.32	0.0025	0.019	0.033
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	41	40	42	41	40	43	43	40
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Föroreningsbelastning	L_{out}	0.00093	450	3.8	0.0020	0.00021			
Avskiljd mängd		0.00082	1600	21	0.012	0.00081			
Absolut osäkerhet (+/-)	L_{out}	0.00038	190	1.6	0.00083	0.000087			
Relativ osäkerhet (%)	L_{out}	41	42	43	42	42			

4.3 Sediment

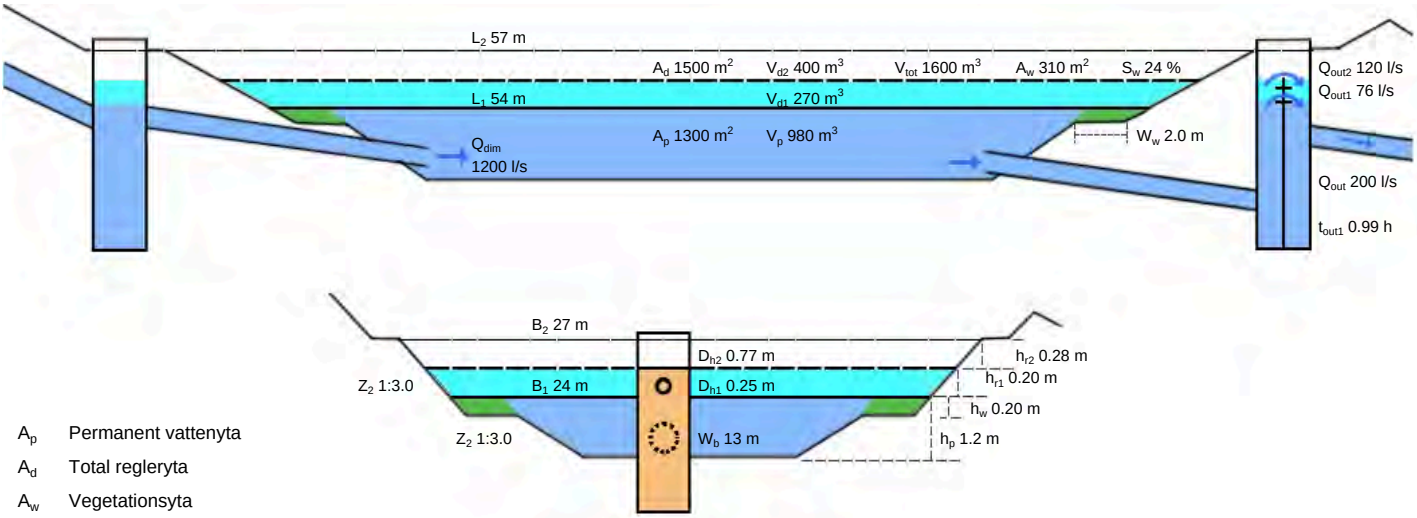
4.3.1 Indata

Avskiljd mängd SS (ackumulerad på bottenarean)	1576	kg/år
Bottenarea	550	m^2
Andel TS	29	%
Sedimentets densitet	1350	kg/m^3
Max sedimentdjup före borttagning	200	mm
Andel av bottenarea med mest sedimentackumulation	0.25	

4.3.2 Utdata

Sedimentets tillväxthastighet (normalt 10-40)	7.3	mm/år
Antal år till borttagning av sediment	27	år
Sedimentets tillväxthastighet i den del med mest sedimentackumulation	29	mm/år
Antal år till borttagning av sediment i den del med mest sedimentackumulation	6.8	år

Sektion och tvärsnitt över dimensionerad anläggning



A_p	Permanent vattenyta
A_d	Total regleryta
A_w	Vegetationsyta
V_p	Permanent vattenvolym
V_{tot}	Total vattenvolym
V_{d1}	Nedre reglervolym
V_{d2}	Övre reglervolym
S_w	Andel vegetation
t_{out1}	Tömningstid för Qout1
L_1	Längd vid permanent vattennivå
L_2	Längd vid maximal vattennivå
b_1	Bredd vid permanent vattennivå
b_2	Bredd vid maximal vattennivå
D_{H1}	Diameter av lägre skibordshål
D_{H2}	Diameter av övre skibordshål
W_b	Bottenbredd
h_{r1}	Undre reglerhöjd
h_{r2}	Övre reglerhöjd
h_w	Djup på våtmarkszonen
h_p	Permanent vattendjup
Z_1	Nedre släntlutning
Z_2	Övre släntlutning
Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde
Q_{out1}	Utflöde från permanent dammnivå
Q_{out2}	Utflöde från övre reglervolym