



WATER ECOSYSTEM
RECOVERY AB



Slutrapport LOVA-projekt

Höje å: Kalkfilter och fosfordammar



15 november 2018

Sam Ekstrand

WEREC Water Ecosystem Recovery AB

Innehållsförteckning

Introduktion	3
Målsättning.....	4
Vetenskaplig bakgrund.....	4
Genomförande.....	6
Projekteringsarbete	7
Åtgärdsinstallationer.....	9
Kalkfilterbädd och fångstdamm öst om Trollebergs gård.....	9
Ekonomi – Trolleberg öst.....	12
Utfört arbete Trolleberg öst:.....	12
Fotografier från installationen – Trolleberg öst.....	13
Kalkfilterbädd och fosfordamm väst Trollebergs gård	15
Bakgrund.....	15
Beskrivning.....	15
Genomförande.....	15
Ekonomi	18
Utfört arbete:.....	18
Fotografier från installationen	19
Fosfordamm vid Björnstorp	21
Utformning av fosfordammen.....	22
Inlopp	22
Djupområde (sedimentationsdel)	22
Grundområde.....	24
Utlopp	24
Utformningens syfte.....	24
Fosforavskiljning	25
Ekonomi	25
Utfört arbete:.....	25
Foton	26
Kalkfilterbädd och fosfordamm vid Lilla Bjällerup (Stora Bjällerup 4:1).....	27
Fosforavskiljning - Kalkfilterbädden	29
Ekonomi	31
Utfört arbete:.....	32
Foton - installation av kalkfilterbädden på Stora Bjällerup 4:1	33
Kommande installation.....	35
Utformning fosfordammen vid Lilla Bjällerup.....	35
Fosforavskiljning – fosfordammen.....	36
Referenser	37

Förord

Detta projekt har genomförts av WEREC AB på uppdrag av Höje å vattenråd, med LOVA-stöd beviljat av Länsstyrelsen i Skåne.

Rapporten inklusive fotografier får fritt användas och spridas av länsstyrelsen och andra aktörer.

Introduktion

Den recipientkontroll som drivs av Höje å vattenråd visar på mycket höga till extremt höga fosforkoncentrationer i delar av avrinningsområdet. Jordbruket står för större delen av fosforläckaget. Genom att installera kalkfilterbäddar och fosfordammar kan fosforkoncentrationerna och fosfortransporten sänkas. Då Höje å Vattenråd ligger långt framme i arbetet med övergödningsåtgärder väntas effekterna av åtgärderna snabbt kunna spridas till vattenråd och vattenförbund i andra avrinningsområden med liknande problem.

Vintern 2015 söktes LOVA-medel för projektering och installation av tre kalkfilterbäddar och tre fosfordammar i Höje å avrinningsområde och den 31 mars 2015 fattade länsstyrelsen beslut att lämna bidrag om 981 000 kr till projektet.



Höje å avrinningsområde. Från vattenrådets hemsida.

Målsättning

- Att projektera och anlägga tre kalkfilterbäddar och tre fosfordammar i Höje å avrinningsområde.

Vetenskaplig bakgrund

I syfte att minska näringsämnestransporterna till havet och för att bidra till ökad biologisk mångfald har ett stort antal våtmarker anlagts i södra Sverige. Under lång tid låg fokus på att avskilja kväve, men har i stora delar av jordbrukslandskapet skiftat mot att framförallt reducera fosforutsläppen. Trots det faktum att så många våtmarker har restaurerats i Skåne är antalet forskningsstudier som utvärderar avskiljningen av fosfor och kväve begränsat. Tyvärr gäller detta även för andra länder. Nedan sammanfattas de arbeten som publicerats i vetenskapliga tidskrifter och forskningsrapporter. Flera av de svenska studierna genomfördes inom MISTRA-programmet VASTRA.

Tonderski (2005) och Ståhl-Delbanco och Persson (2005) fann att fosforavskiljningen i sex våtmarker och dammar i södra Sverige låg mellan 10 och 31%. De objekt som hade lägst avskiljningsförmåga utav de sex dammarna i södra Sverige var våtmarker, inte dammar, och främst utformade för att avskilja kväve och ge ökad biologisk mångfald. Braskerud et al. (2005) fann att 17 våtmarker i Skandinavien, Schweiz och Illinois, hade avskiljningsvärden i intervallet 1-88% framförallt beroende på våtmarkens storlek i förhållande till tillrinningsområdets area. En av slutsatserna i forsskningsprojektet VASTRA var att våtmarkens yta bör motsvara 1 % av tillrinningsområdets storlek för att få god avskiljning av kväve. Ett rekommenderat minimum vad gäller uppehållstid för vattnet i våtmarken är enligt Tonderski et al. (2002) 2 dygn, och enligt Leonardsson (1994) 3-5 dygn. Dessa slutsatser drogs baserat på studier som fokuserade på kväveavskiljning. Braskerud et al., (2005) som koncentrerade sig på fosforavskiljning drog ingen slutsats om lämplig uppehållstid men noterade att när fosforavskiljning är huvudmålet är våtmarker och dammar som effektivast i avrinningsområden där partikulärt bunden fosfor dominerar fosfortransporten.

I en studie fokuserad särskilt på fosfordammar visade Kynkäänniemi (2014) på 36 % avskiljning i en fosfordamm vid Bornsjön i Stockholms län. Dammen var 0,08 ha stor och utgjorde 0,36 % av tillrinningsområdets storlek. Främst avskiljdes partikulärt bundet fosfor, men även en relativt stor del löst fosfor (28%).

Mätningar från tre nya dammar i Västerås kommun (Ekstrand 2016) tyder dock på lite lägre avskiljning, och pekar framförallt mot att avskiljningen kan ligga på noll eller till och med på minus, det vill säga att dammen läcker fosfor istället för att ta upp, under de första åren då botten och slänter ännu inte blivit bevuxna. Framförallt slänterosionen kan då vara betydande. Sett över en livslängd på 20 år bör man därför inte räkna med avskiljning högre än 25-30 %, om dammen utgör ca 0,30-0,35 % av tillrinningsområdet.

Potentialen för fosforavskiljning i dammarna beror alltså i hög grad på andelen partikulärt bundet kontra löst fosfor i vattnet. Dammarna avskiljer främst partikulärt bundet fosfor, som sedimenterar, men också en del löst fosfor. Ju större andelen partikulärt fosfor är, ju

större del av den transporterade mängden totalfosfor kommer att avskiljas. Djodjic et al. (2004) fann att löst reaktivt fosfor utgjorde huvuddelen av totalfosfor (60-80%) i dräneringsvatten från ett antal studerade svenska observationsytor (ytor med lera och siltig lera). Partikulärt fosfor utgjorde alltså endast 20-30%. Ekstrand et al., (2010, 2011)) observerade nivåer på 60-70% löst fosfor i bäckar i Mälardalen och Södermanland. Mätresultaten från recipientkontrollen i Höje å under 2011-2013 ger vid hand att andelen fosfatfosfor (som utgör den absolut största delen av den lösta fosfor) oftast ligger på 30-40 % (med betydande variationer) men är högre för vissa delar av avrinningsområdet, till exempel Råbydiken och Önnerupsbäcken. Vattnet i Höje å håller alltså en relativt hög andel partikulärt fosfor.

WEREC och IVL har i samarbete utvärderat avskiljningen i kalkfilterbrunnar på sex forskningsstationer i fält i Sverige och tre stationer i Baltikum-Polen (Ekstrand et al. 2011, Persson et al., 2014). Varje brunn har innehållit ca 1 m³ filtermaterial. För de tre äldsta svenska stationerna finns mätdata från fyra års drift. Mätningarna utfördes med automatiserad flödesstyrd provtagning under större delen av perioden, under det sista året dock med tidsstyrd provtagning (var 36:e timme). Antalet total- och fosfatfosforprover från dessa tre stationer som analyserats överstiger 5000 prover. Materialet är alltså mycket omfattande. Det bör noteras att under de första 18 månaderna var syftet inte att uppnå optimal avskiljningsförmåga utan att testa förmågan vid olika uppehållstid genom filtren. Därför belastades filtren tidvis mer än vad som senare visade sig vara optimalt.

Fyra olika kalkfiltermaterial utvärderades inledningsvis; Filtralite-P, Hyttsand, Polonite och Filtra-P. Det sistnämnda föll bort efter en tid på grund av P-läckage och omfattande utfällningar. Polonite har varit det material som haft högst avskiljningsförmåga, ca 40 %. Hyttsand och Filtralite-P har legat strax därunder. Samtliga material gick efter 3,5-4 år ner i avskiljningsförmåga, dock utan att helt mattas av. Vetenskapliga rapporter (t.ex. Cucarella and Renman, 2009) visar att livslängden förlängs om mängden vatten som leds genom filtret minskas när fosforkoncentrationen är låg. Vid våra fältstationer har dessutom, som nämnts, filtren tidvis överbelastats för att få en bild av funktionen under episoder med hög belastning. Därför räknar vi med en livslängd på 5 år. Prisskillnaden mellan materialen är stor vilket gjort att Hyttsand valts vid de operativa installationer av större kalkfilterbäddar som utförts under de senaste åren.

Avskiljningsförmågan vid ett antal av de större operativa bäddar som byggts (upp till 500 m³ filtermaterial) har följts upp med mätningar, och data finns för närvarande tillgängliga från sju operativa kalkfilterbäddar. I genomsnitt har avskiljningsförmågan hittills varit 34 % för totalfosfor. Vid några av dessa filter har dock uppehållstiden i kalkfiltret under perioder varit kortare än förväntat på grund av större nivåvariationer i dammarna än beräknat. Intaget till filtren har justerats på dessa platser och därefter har avskiljningsförmågan förbättrats. Vid senare mätningar har medelvärdet legat på drygt 40%.

Genomförande

Som beskrevs i ansökan bör kalkfilterbäddar förläggas till platser med lågt liggande, plana ytor intill vattendraget. Tillräcklig fallhöjd, minimum 20 cm, måste finnas intill platsen, såvida inte vatten ska pumpas till kalkfilterbädden vilket i enstaka fall kan vara kostnadseffektivt. Tillgänglighet för maskiner och lastbilar är också viktigt liksom att schaktvolymen blir acceptabel. Markytan kan alltså inte ligga allför högt över vattenytan i ån, eftersom schaktdjupet då blir stort. Inledningsvis fokuserade projekteringen på de tre tillflöden som nämndes särskilt i ansökan; Råbydiket, Dalbyån och Önnerupsbäcken. I Råbydiket fanns en lämplig plats och en intresserad markägare, vilket har resulterat i att en kalkfilterbädd och en fosfordamm installeras vid Lilla Bjällerup. Vid Dalbyån och Önnerupsbäcken fanns dock inga markägare som var så intresserade att det var möjligt att få till stånd åtgärder inom projektperioden. Däremot fanns ett intresse från markägare vid åns huvudfåra, bland annat längs den sträcka som uppvisar de högsta koncentrationerna inom avrinningsområdet med undantag för Råbydiket, nämligen huvudfåran nedströms Lund. Två kalkfilterbäddar, en fosfordamm och en mindre fångstdamm har byggts där, på mark tillhörande Trollebergs gård. Ytterligare en damm har nyligen färdigställts vid Björnstorps by söder om Dalby, i ett dike som längre ner mynnar ut i Höje.

Kalkfilterbäddarnas utformning

De tre kalkfilterbäddarna ska enligt projektets målsättning vara medelstora, med 150-200 m³ filtermaterial. Var och en av dem tar då in 10-16 liter vatten per sekund vid medelflöde och 13-20 l/s vid högflöden.

Den generella utformningen beskrevs i ansökan: Det inkommande vattnet från ån leds från dammens utlopp i rör till kalkfilterbädden, ner till botten av kalkfiltren och trycks underifrån upp genom filtermaterialet och ut genom rör som löper ut strax nedströms dammens utlopp. Filtren grävs ner så att filtermaterialet ligger under vattendragets lågvattennivå. Vatten leds med självfall genom filterbädden. Det behövs alltså ingen el till anläggningen. Utgångsrörets mynning läggs i en grus/stenbädd så att vattnet silar ut i bäcken genom en relativt stor yta. Därmed förhindras negativa effekter av det förhöjda pH-värdet i utgångsvattnet.

Filterbädden kläs i botten och på sidorna med geotextilduk. Fördelningsrören i botten ligger i en grusbädd som fördelar vattnet jämnt. Över gruset ligger kalkfiltermaterialet; Hyttsand eftersom det materialet för närvarande är avsevärt billigare än andra material med likartad reduktionsförmåga. Hyttsand består till största delen av kalciumoxid. Bädden täcks med de jordmassor som schaktats upp vid utgrävningen av gropen, och besås med gräs. Det gör att bädden inte inverkar på landskapsbilden.

Fosfordammarnas utformning

Enligt ansökan skulle fosfordammarna följa Jordbruksverkets rekommendationer, med grunddel, djupdel och flacka slänter. Utförandet har också följt dessa riktlinjer med grunddel som utgör 70-80% av dammens vatteareal, med 0,3-0,5 m djup. Dammarnas djupdel är 1,0 meter djup vid medelvattennivå och utgör 20-30% av respektive damms yta. Dammarna är också långsmala, vilket gör att vattnets väg genom dammen blir lång och det i sin tur gör att god sedimentering säkerställs. I korta, breda dammar, med kort avstånd

mellan inlopp och utlopp, uppstår ofta problem med att huvuddelen av vattnet väljer snabbast möjliga väg längs strömfåror som lätt uppstår.

Målsättningen var att de tre dammarna skulle vara av storleken 0,5-1,0 hektar. En av dammarna är 0,5 ha stor, medan övriga är 0,4 ha respektive 0,2 ha och 0,03 ha. Den sistnämnda är dock utformad mer som en fångstdamm med 1,0 m djup över hela ytan (se förklaring under Trolleberg öst nedan). Å andra sidan kommer alltså fyra dammar att ha byggts istället för tre som var målsättningen, när projektet är avslutat.

Projekteringsarbete

Utgående från en förstudie genomförd under sommaren 2014 inleddes projekteringsarbetet under sommaren 2015 med att ta kontakt med markägarna för de fem lämpliga platser för kalkfilterbäddar som hade identifierats i förstudien. För de två högst prioriterade platserna var markägarna positiva och projekteringsarbetet kunde drivas vidare. För två platser var markägarna inte intresserade, och för en kunde kontakt inte etableras.

De två markägare som var intresserade var ägaren till Trollebergs gård strax nedströms Lund och ägaren för platsen vid Råbydicket intill byn Lilla Bjällerup. Vid besök på Trollebergs gård befanns under samråd med markägaren att det fanns två platser som var intressanta; dels en yta en kilometer väster om gården, på en plan yta i åsänkan som till större delen betas, dels en plats invid slänten ner mot ån 300 m öster om gården, där dräneringssystemet för åkerskiftet nyligen uppgraderats. Förslag till utformning för kalkfilterbädd i kombination med damm togs fram för respektive plats.

Anläggningen öst om Trollebergs gård avvattnar ett åkerskifte på 33 ha och är relativt liten och okomplicerad. Projekteringen löpte problemfritt och utan att några större ändringar i utformningen behövde göras efter samråd med markägare, vattenråd och länsstyrelsen. Anläggningen kunde installeras och tas i drift i januari 2015. Installationen beskrivs nedan.

Anläggningen väster om Trollebergs gård utformades ursprungligen som en stor fosfordamm på drygt 2 hektar för vilken inmätning och första översiktsritningar togs fram. På vattenrådets begäran minskades den till 0,5 hektar. Utformning och ritningar togs fram för dammen liksom för kalkfilterbädden vid dammens utlopp. Utformningen fick ändras efter synpunkter från länsstyrelsen, som ville ha ett större avstånd till ån för att ge mer utrymme för meandring i åfåran. Ritningar och utformning gjordes om utgående från länsstyrelsens begäran. Flytten av dammen innebar att den tillgängliga fyllnadsarealen intill dammen minskade. En ny lösning med dragning av inloppsledning från dämnet längre uppströms fick tas fram för att kunna minska schaktdjupet och minska behovet av fyllnadsareal. Nya beräkningar av schaktmassor och tillgänglig fyllnadsvolym utfördes. Själva installationen av kalkfilterbädd och fosfordamm löpte utan problem. I slutet av maj 2016 togs kalkfilterbädden, med storlek 144 m³ filtermaterial, och fosfordammen, i drift (se nedan).

Projekteringen av kalkfilterbädd och fosfordamm vid Lilla Bjällerup utvecklades till att bli komplicerad. Platsen är mycket bra och det har därför varit motiverat att ändå driva förslaget vidare, trots svårigheterna. Existerande ledningar längs och tvärs diket samt svårighet att få info från ledningsägarna om vilket djup de ligger på gjorde att

planritningarna fick modifieras flera gånger. Platsen visade sig ligga på gränsen till ett fornminnesområde vilket innebar att kompletterande underlag fick tas fram, samt nya ritningar för att flytta kalkfilterbädden och dammen utanför fornminnesområdet så långt möjligt. Sedan konstaterades trots allt att ingreppet kunde godkännas eftersom området redan var stört. Vidare gjorde information från länsstyrelsen om att mjältbrand förekom på fastigheten under 1930-talet det nödvändigt att försöka ta reda på var djuren grävts ner. Det innebar ett tidsödande detektivarbete och samtal till många äldre lantbrukare i området. Slutligen har medlemmarna i de två berörda dikningsföretagen haft mycket synpunkter. Anläggningen påverkar inte dikningsföretaget och synpunkterna har inte ändrat utformningen av anläggningen men själva kommunikationen med mail, samtal, informationsunderlag, möte och mötesanteckningar har varit tidsödande.

I projektets början besöktes också ett antal platser utöver de ovan nämnda, eftersom det då bara fanns två platser där markägarna var intresserade. Vid Toppeladugård strax väst om Genarp var markägaren intresserad av att utvidga djupdelen i en befintlig damm och installera en kalkfilterbädd. Inmätning utfördes och ett utformningsförslag togs fram. I det skedet kom vattenrådet fram till att man hellre såg modifiering av den befintliga dammen till en större våtmark än till fosfordamm. Fortsatt projektering lämnades då över till Ekologgruppen, med motivering att föreliggande projekt är avgränsat till anläggning av kalkfilterbäddar och fosfordammar.

Ytterligare ett antal lämpliga platser besöktes inledningsvis och kan vara värda att ta upp igen under de kommande årens åtgärdsarbete. De beskrivs kortfattat nedan:

I Råbydiken 1,5 km uppströms den planerade anläggningen vid Lilla Bjällerups by, ligger två dammar som enligt arrendatorn och markägaren behöver restaureras (500 resp. 700 m söder om Råbytorp). Vid den nedre dammens utlopp finns också en lämplig plats för en större kalkfilterbädd. Arrendatorn och markägaren är positiva till att anlägga en filterbädd.

Strax sydväst om Fjellie by finns en plats vid Önnerupsbäcken lämplig för en kalkfilterbädd. Markägaren ansåg sig ha för mycket att göra för att titta på ett åtgärdsförslag under 2015 men kunde tänka sig att diskutera frågan längre fram.

Ytterligare en plats i Önnerupsbäckens avrinningsområde befanns vara lämplig för anläggning av en kalkfilterbädd; 500 m sydväst Flädie vid en befintlig sidodamm intill Flädiebäcken (tillflöde till Önnerupsbäcken) där den nödvändiga fallhöjden finns. Markytan mellan dammen och bäcken är väl lämpad, lättillgänglig och obrukad. Markägaren har dock inte kunnat nå trots upprepade försök.

200 m uppströms Esarps kyrka finns en lättillgänglig betad yta intill huvudfåran i Höje å. Fallhöjden i ån är tillräcklig på platsen, och ytan är tillräckligt stor för en större kalkfilterbädd. Markägaren har inte kunnat nå trots upprepade försök.

Två platser på mark tillhörande Björnstorps gods är mycket lämpliga för kalkfilterbäddar. Båda ligger vid befintliga dammar, vilka ger den fallhöjd som behövs för att driva vatten genom en kalkfilterbädd. Båda dammarna kan dessutom utvidgas i uppströmsdelen så att en större djupdel tillskapas och dammarna därmed får bättre fosforavskiljande funktion. Dammarna är belägna 400 m väster respektive söder om Hyllinge.

Åtgärdsinstallationer

Kalkfilterbädd och fångstdamm öst om Trollebergs gård

Bakgrund

Åsträckan strax nedströms Lund är en av de sträckor i avrinningsområdet som enligt recipientkontrolldata har högst fosforkoncentrationer, och är därför högt prioriterad med avseende på åtgärdsinstallationer. Anläggningen avskiljer fosfor från ett 33 ha stort täckdikningssystem på åns södra sida. Invid kalkfilterbädden byggs en mindre fångstdamm som syftar till att fånga upp höga flöden från täckdikningssystemet och sedimentera de grövsta partiklarna. Därmed minskar risken för igensättning av filterbädden.

Beskrivning

Kalkfilterbäddens storlek är 36 m³ filtermaterial. Vid medelvattenföring tar den ca 2,5 liter vatten per sekund, det vill säga allt vatten från åkerskiftets dräneringssystem. Vid högre flöden ökar flödet genom bädden något, upp till maximalt 4 l/s, men en del av flödet från dräneringssystemet rinner då över fångstdammens bräddutlopp. Kalkfilterbäddens funktion och vattnets flöde genom bädden beskrivs i föregående kapitel.

Fångstdamm anläggs för att förhindra det grövsta sedimentet från täckdikningssystemet att nå och sätta igen filterbädden. Fångstdammens storlek: 0,03 ha. Dammen är 1,0 m djup i hela dammen, och utformas alltså inte som en fosfordamm, eftersom uppehållstiden då blir för kort och sedimentationen av grövre sediment för liten. Fosfordammsstöd har inte sökts.

Platsen ligger i en svag sänka på åkermarken. Schaktmassorna läggs i sänkan som då fylls ut. Den del av fyllnadsytan som ligger ut mot åkern och är mer än 10 m från fångstdammen kan brukas som tidigare efter åtgärden. Kalkfilterbädden täcks och marken över bädden kan brukas som tidigare.

Genomförande

Installationsarbetet startades den 19 januari 2015 med leverans av material till Trolleberg samt utsättning. Entreprenören, Vattenvård Entreprenad, inledde schaktningsarbetet den 20/1 då täckdikningsstammen vid dammens västra ände, alltså inloppet till dammen grävdes fram. Utgående från rörets höjd vid rörbotten där röret mynnar ut i dammen kunde fångstdammens och filterbäddens schaktbottennivå bestämmas.

Platsbeskrivning	
Fastighetsbeteckning	Trolleberg 1:1
Kommun	Lund
Markägare	Carl-Johan Wachtmeister, Trolleberg.
Tillrinningsområdets storlek	33 hektar
Andel åker i tillrinningsområdet	100 %

Huvudavrinningsområde	Höje å
Markanvändning på platsen	Åker
Mängd schaktmassor	980 m ³
Typ av utlopp	110 mm rör från kalkfilterbädden, och 300 mm rör från fångstdammen.

Kalkfilterbädden utformades som en rektangulär filterbädd i enlighet med den tekniska lösning WEREC arbetar efter, med fiberduk i botten och på sidorna för att stabilisera och skapa en avgränsning gentemot den omkringliggande jorden. Kalkfilterbädden beskrivs närmare i relationsritningar tillgängliga hos vattenrådet på förfrågan.

De mått för filterbädden som stakades ut inför schaktningen var 16,0 x 5,3 m vid markytan. Måtten i bäddens botten var 12,5 x 1,7 m. Släntlutningen på bäddens sidor var 1:0,75 (1,0 meter i djup på 0,75 m i sidled).

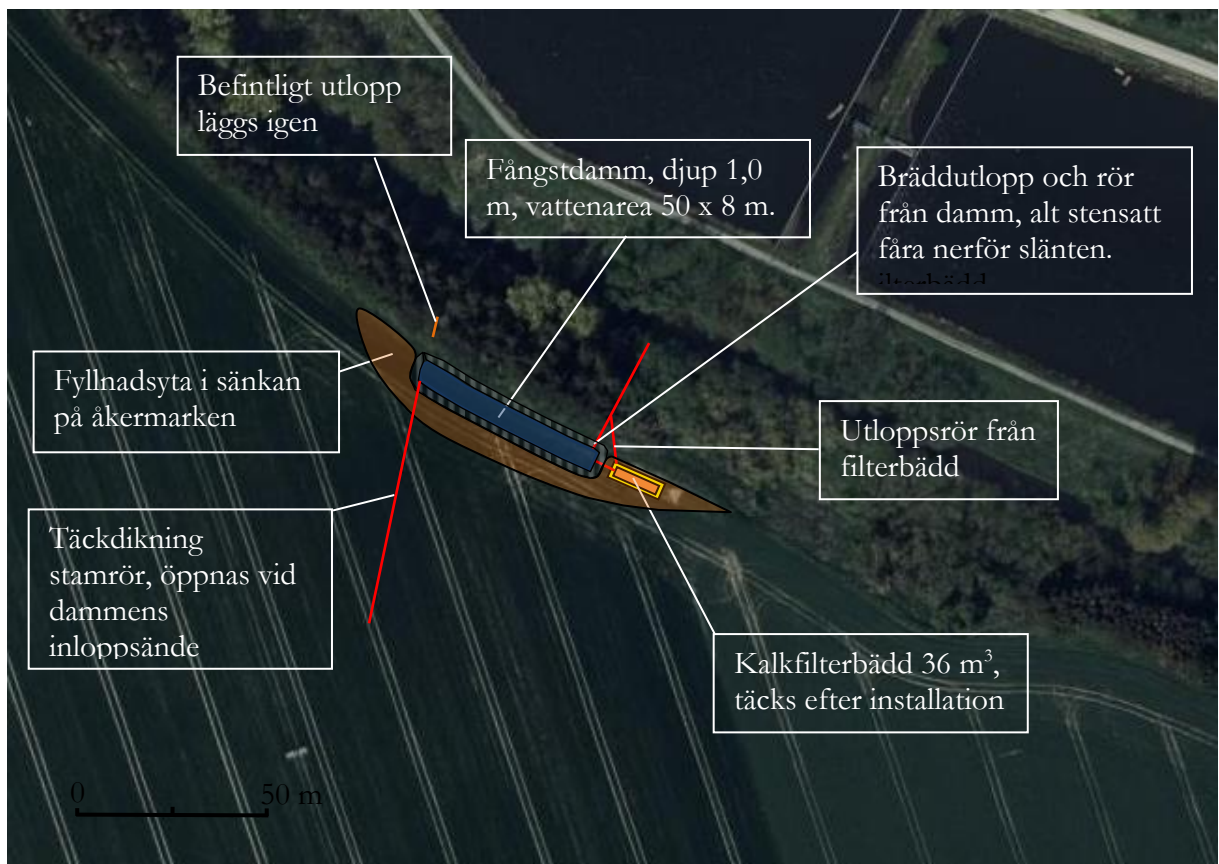
Fiberduk lades ut i filterbäddens botten och upp över sidorna. Därefter lades bottenrören ut; vid bäddens inlopp fördelas vattnet från inloppsröret till distributionsrören, två parallella perforerade rörlängor, 12 m långa, som alltså ligger i bäddens botten. Distributionsrören ligger i ett 25 cm skikt av makadam (Hyttsten 16/45). Vattnet fördelas ut i detta skikt innan det stiger upp genom Hyttsanden. Sedan Hyttsandsskiktet, 100 cm djupt, lagts i bädden, lades uppsamlingsrören ut uppe på hyttsanden; 2 parallella längder, 14 m långa. På och kring rören lades ytterligare ett makadamskikt, 25 cm djupt. Vattnet stiger upp över dessa rör, rinner in i dem och därifrån ut i utloppsröret som leder ut i diket. Slutligen veks fiberduken in över Hyttstensskiktet, bildande ett skilje som markerar var filterbädden börjar när det är dags för byte av filtermaterial, om ca fem år. Fiberduken minimerar också risken för att sediment från jordmassorna som täcker filterbädden ska föras ner till uppsamlingsrören.



Tillrinningsområdet utgörs av ett täckdikningssystem på 33 hektar.

Inloppsröret, två rörlängder totalt 12 m, lades ut och täcktes. Entreprenören grävde ut fångstdammen de följande dagarna, den 22-26 januari. För att möjliggöra åtkomst för grävmaskin längs dammens norra sida vid framtida rensning av dammen befanns det i samråd med entreprenören nödvändigt att flytta ut dammen två meter från åkerkanten, jämfört med tidigare ritningar. Den nya placeringen framgår av relationsritningen. Eftersom dammen därmed skulle ligga två meter längre ut på åkern än vad som stämts av med markägaren utfördes dammen med sex meters bredd på vattenytan istället för åtta meter. För att erhålla i stort sett samma vattenvolym och sedimentationskapacitet ändrades släntlutningen under vattenytan från 1:3 till 1:1. Vattenarean minskades alltså från 400 m² till 300 m² men vattenvolymen förblev i stort sett oförändrad.

Utloppet från filterbädden grävdes ur den 27 januari, med 30 cm fallhöjd från bädden ut till utloppsfåran från fångstdammen. Utloppsröret lades och täcktes med jord upp till tidigare marknivå. Samma dag installerades utloppet från fångstdammen genom att det befintliga 300 mm stamrör som löper in i dammens västra ände drogs isär och den rördel som tidigare löpt vidare till åslänten grävdes upp och återanvändes som utloppsrör i dammens östra ände, vid kalkfilterbädden. Utloppsröret från kalkfilterbädden, ett 110 mm rör, mynnar ut bredvid 300 mm röret från dammen, i en stensatt bädd med svag lutning mot ån. utloppsfåran stensattes med kullersten så långt ner i åslänten som grävmaskinen kunde nå, 7 meter nedanför rörmynningarna.



Den yta som inte kommer att kunna odlas framöver, dammen och dammslänterna plus två meter utåt mot åkermarken, utgör 1100 m².

Ekonomi – Trolleberg öst

I november 2015 ställdes frågan till markägaren/arendatorn om huruvida man ville att matjorden på fyllnadsytan skulle banas av innan massorna från dammen spreds på fyllnadsytan. Arendatorn meddelade inte förrän den 15/1 att fyllnadsytan ska banas av. Därför fanns av- och påbaningskostnaden inte med i den budget som togs fram i slutet av september 2015. Det innebär en tillkommande kostnad på 19 200 kr. Vidare tog dumpningen av hyttsand, hyttsten och kullersten från väg till åtgärdsplatsen något längre tid än beräknat, en merkostnad på 3 550 kr.

Ytterligare en mindre kostnad som inte budgeterats är skördeförlusten för fyllnadsytan, dammytan och filterbäddsytan, totalt 3300 m². Arendatorn har ännu inte specificerat kostnaden.

Övriga arbetsmoment kunde genomföras till de kostnader som budgeterats.

Installationskostnaden för kalkfilterbädden slutade ca 4000 kr lägre än budgeterat.

Totalt slutade installationskostnaden för kalkfilterbädd och fångstdamm på 189 011 kr (kostnad för skördeförlust ej inräknad). Den budgetberäkning som presenterades i oktober 2015 var 172 900 kr.

Utfört arbete Trolleberg öst:

- Geodetisk inmätning av platsen, beräkning av optimal kalkfilter- och dammvolym i förhållande till tillrinningsområdets storlek, utformning och placering av filter och damm inom den angivna arealen, inlopps- och utloppslösningar. Beräkning av fallgradienter och fall mellan inlopp till damm, kalkfilter och utloppspunkt.
- Framtagning av ritningar.
- Utsättning av damm och kalkfilterbädd. Utsättning och kompletterande avvägning fick utföras eftersom inloppsröret som bestämmer dammens vattennivå inte var synligt vid damminloppet innan dammschakten startades.
- Detaljutformning av rördragningar samt flödesreglering vid inloppet till filterbädden.
- Upphandling och beställning av kalkfiltermaterial (Hyttsand valdes), bottenduk, rör och rörtillbehör.
- Utgrävning av kalkfilterbädden, utläggning av bottenduk.
- Rördragning och rörinstallationer.
- Inloppslösning med skyddat intag, flytt av kalkmaterial från väg till plats intill kalkfilterbädden, med dumper, iläggning av hyttsand med grävmaskin, installation av utloppsrör.

- Löpande arbetsledning under schakt i bädden, fyllnad med Hyttsten och Hyttsand. Löpande mätning av höjder, anpassning av skikt nivåer i bädden för att säkerställa rätt utloppsnivå med tillräckligt fall till utloppsdiket.
- Schaktning av fångstdammen den 22-26/1 2016, 950 m³. Avbaning av matjord från fyllnadsytan.
- Installation av inlopp till filterbädden, inkluderande urtag av inloppshål, applicering av perforerad metalldisk som förhindrar löv, kvistar och skräp att rinna ner i filterrören. Intagshålets höjd kan justeras genom att intagsröret vrids.
- Spridning av massor från dammen på fyllnadsytan samt påbaning av matjord från dammarealen och fyllnadsytan.
- Driftsättning av filterbädden och fångstdammen den 3/2 2016.
- Rapportering och redovisning.

Fotografier från installationen – Trolleberg öst



Över Hyttsanden har uppsamlingsrör lagts ut och börjat täckas med makadam. I förgrunden syns stigarröret vid inloppet, till för luftning och åtkomst vid eventuell rensning.



Fiberduken har vikts in ovanpå det översta makadamlagret och utgör ett skilje mot jordmassorna som ska täcka bädden, och även förhindrar att sedimentpartiklar förs ned med vatten till uppsamlingsskiktet.



3 februari 2016. Dammschakten är klar och massorna har spridits ut på fyllnadsytan och jämnats till. Vattnet har stigit så mycket att det rinner genom kalkfilterbädden. Anläggningen har därmed tagits i drift.

Kalkfilterbädd och fosfordamm väst Trollebergs gård

Bakgrund

Som nämnts ovan är åsträckan strax nedströms Lund en av de sträckor i avrinningsområdet som har högst fosforkoncentrationer. Medelkoncentrationen för totalfosfor var 0,103 mg/l för perioden 2011-2013 vid en mät punkt strax uppströms åtgärdsplatsen.

Tillrinningsområdet består dels av ett dräneringssystem på åkerskiftet omedelbart söder om åtgärdsplatsen ca 20 ha stort, dels av hela Höje å avrinningsområde uppströms platsen, eftersom vatten också avses ledas in från ån till fosfordammen och kalkfilterbädden. Dräneringssystemets tillrinningsområde består till 100 % av åkermark, Höje å avrinningsområde består till ca 60 % av åkermark.

Platsen ligger i en plan, obrukad sänka omgiven av åkermark, 250 m lång och 50-80 m bred. Schaktmassorna från kalkfilterbädden läggs på filterbädden, som alltså täcks och sedan besås, samt intill bädden. Marken höjdes med 50 cm på och invid bädden.

Beskrivning

Kalkfilterbäddens storlek är 144 m³ kalkfiltermaterial (4 fulla lastbilar med släp). Kalkfilterbäddens botten ligger 150 cm under lägsta intagsnivån vid intaget i dammen. Schaktvolymen var 480 m³. I enlighet med Länsstyrelsens direktiv leds inget vatten genom filterbädden när flödet i diket är under 1/3 av medelflödet. Filterbädden tar med storlek 144 m³ i genomsnitt och vid medelflöde i ån in 15 liter vatten per sekund. Vid höglödesepisoder leds upp till 23 liter genom filterbädden, genom att vattentrycket höjs. Kalkfilterbäddens funktion och vattnets flöde genom bädden beskrivs i föregående kapitel.

Fosfordammens utlopp leder direkt till bädden. Dammen syftar till att avskilja fosfor genom sedimentation men också till att ge den fallhöjd på minst 20 cm som behövs för att vattnet ska drivas genom filterbädden. Fosfordammens vattenareal är 0,50 ha.

Utloppsröret mynnar i åns strandslänt i en makadambädd så att vattnet silar/sipprar ut i ån genom en relativt stor yta. Därmed förhindras lokala negativa effekter av det förhöjda pH-värdet i utgångsvattnet.

Filterbädden avskiljer ca 40 % av fosfor i det vatten som passerar bädden, och beräknas totalt avskilja 25 kg fosfor per år. Vid beräkningen har hänsyn tagits till att bädden tar in mer vatten vid höglöden och mindre vatten vid låglöden. Hänsyn har också tagits till att fosfordammen sänker fosforkoncentrationen innan vattnet når kalkfilterbädden.

Genomförande

Under mars och april 2016 förbereddes för installation med framtagning av detaljritningar, upphandling av entreprenör och material, utsättning m.m. Maskinarbetet på plats påbörjades den 26 april men fick avbrytas på grund av hög nederbörd vilket gjorde att marken blev okörbar för maskinerna. Arbetet kunde startas upp igen den 5 maj och löpte därefter obehindrat.

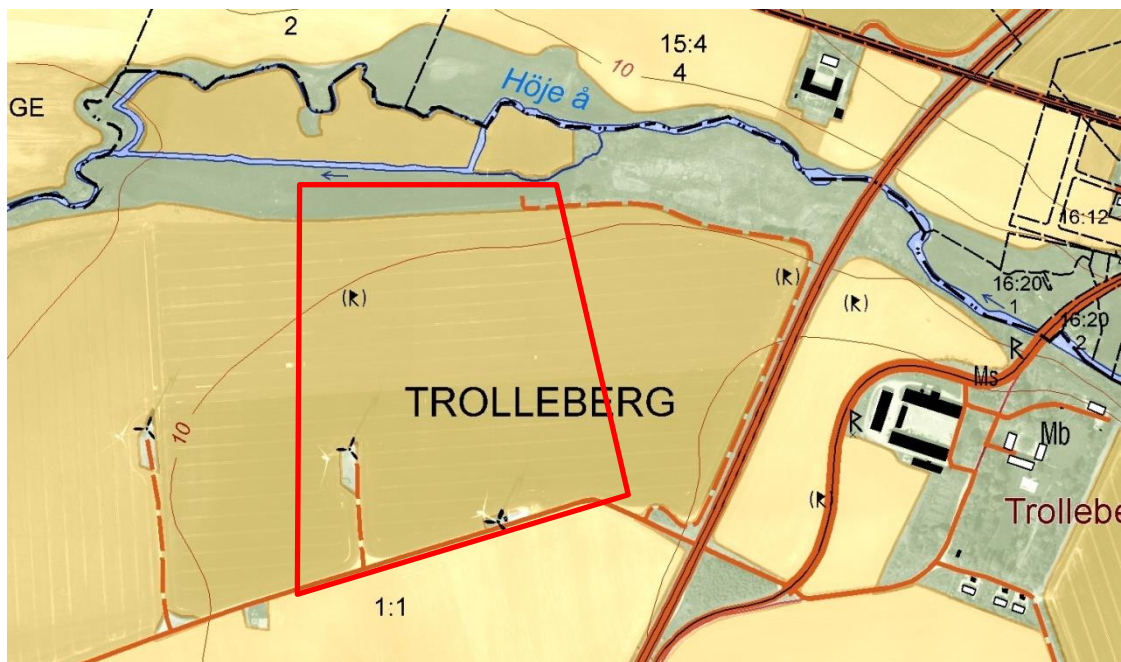
Platsbeskrivning	
Fastighetsbeteckning	Trolleberg 1:1
Kommun	Lund
Markägare	Carl-Johan Wachtmeister, Trolleberg.
Tillrinningsområdets storlek	20 ha från dräneringssystem söder om dammen samt inlett vatten från ån med tillrinningsområde 250 km ² .
Andel åker i tillrinningsområdet	I dräneringssystemet 100 %, i åns tillrinningsområde ca 60 %.
Huvudavrinningsområde	Höje å
Markanvändning på platsen	Betesmark
Mängd schaktmassor	480 m ³ för kalkfilterbädden. För fosfordamm 5300 m ³ .
Typ av utlopp	160 mm rör från kalkfilterbädden, samt bräddutlopp ner i 600 mm cementbrunn och därifrån 200 mm rör till ån.

Installationsarbetet fortsatte då med utsättning av fosfordamm och kalkfilterbädd samt fortsatt leverans av material för kalkfilterbädden, inkluderande rörsystem, Hyttsand, makadam (Hyttsten) och geotextilduk. Entreprenören, Vattenvård Entreprenad, inledde sitt arbete med dumpning av material från uppläggsplatsen ca 1 km till åtgärdsplatsen, varefter schaktningen av dammen påbörjades.

Kalkfilterbädden utformades även här som en rektangulär filterbädd i enlighet med den tekniska lösning WEREC arbetar efter, med fiberduk i botten och på sidorna för att stabilisera och skapa en avgränsning gentemot den omkringliggande jorden. Kalkfilterbädden beskrivs närmare i relationsritningar tillgängliga hos vattenrådet på förfrågan.

De mått för filterbädden som stakades ut inför schaktningen var 28,8 x 9,0 m vid markytan. Måtten i bäddens botten var 24,5 x 5,3 m. Bädden utfördes något större än tidigare angivit, vilket ger ett djup i hyttsandsskiktet på 85 cm istället för 100 cm. Släntlutningen på bäddens sidor var 1:0,75 (1,0 meter i djup på 0,75 m i sidled).

Fiberduk lades ut i filterbäddens botten och upp över sidorna. Därefter lades bottenrören ut. Vid bäddens inlopp fördelas vattnet från inloppsröret till distributionsrören. Inloppsröret från dammen löper in vid bäddens mitt varifrån vatten leds ut på båda hållen. Distributionsrören ligger i ett 25 cm skikt av makadam (Hyttsten 16/45). Vattnet fördelas ut i detta skikt innan det stiger upp genom Hyttsanden, 85 cm djup. Över hyttsanden lades uppsamlingsrören ut. Vattnet stiger upp över dessa rör, rinner in i dem och därifrån ut i utloppsröret som leder ut i ån. Slutligen lades fiberduk över Hyttstensskiktet, bildande ett skilje som markerar var filterbädden börjar när det är dags för byte av filtermaterial, om ca fem år. Fiberduken minimerar också risken för att sediment från jordmassorna som täcker filterbädden ska föras ner till uppsamlingsrören.



Kalkfilterbädden (och fosfordammen) kommer att ta emot vatten dels från dräneringsystemet på åkerskiftet omedelbart söder om anläggningen, och dels från ån, med hela åns avrinningsområde uppströms platsen, 250 km², som tillrinningsområde.

Inloppsröret från dammen till kalkfilterbädden, tre rörlängder totalt 18 m 160 mm rör, lades ner och täcktes 10-12 maj, men själva inloppsenheten färdiginstallerades två veckor senare eftersom den perforerade skyddscylindern hade levererats först då. Utloppsröret från filtret, 160 mm, löper ut i en bädd av kullersten/natursten i åns slänt. Vattnet från filterbädden vilket har ett förhöjt pH-värde sipprar då ut i ån över en större yta vilket förhindrar eventuella lokalt skadliga pH-effekter.

Entreprenören fortsatte med utgrävningen av fosfordammen samt dragning av inloppsrör och bräddutloppsrör fram till den 24 maj då inloppet öppnades och vatten leddes in i dammen. Inloppet till filterbädden öppnades och filtret togs i drift den 25 maj.

Bräddutloppet från fosfordammen utgörs av en 600 mm cementbrunn vars kant ligger 10 cm över normalvattenstånd i dammen. När vattnet i dammen stiger rinner det över brunnskanten ner i brunnen och leds ut till ån genom ett 200 mm rör. Vid vattenflöden upp till ca dubbla medelflödet i ån kommer kalkfilterbädden att kunna ta emot hela flödet genom dammen, men när flödet blir högre kommer nivån i dammen att stiga så att bräddnivån nås. I brunnen finns också inkopplat ett 110 mm rör som möjliggör tömning av dammen ner till grunddelens bottennivå.

Inloppsröret från intagspunkten vid spontdämnet till fosfordammen består av 200 mm rör och är 150 m långt.

Relationsritningar i plan och sektion finns tillgängliga hos vattenrådet, på förfrågan.

Ekonomi

Kalkfilterbädden

Den budget som beräknades för kalkfilterbädden hösten 2015 var 262 560 kr. Slutkostnaden var 269 398 kr. Överdraget på ca 7000 kr beror på att rörsystemet blev 10 500 kr dyrare än beräknat på grund av att vi vid detaljberäkningarna insåg att vi måste gå upp en nivå i rördimension, från 110 mm till 160 mm, i fler delar av systemet än vi antagit i ursprungsbudgeten. Till viss del kunde överdraget kompenseras genom att arbetskostnaden blev något lägre än budgeterat.

Fosfordammen

Som tidigare stämts av med vattenrådet blev entreprenörskontraktet, som även inkluderar en mindre del maskinassistans kopplad till kalkfilterbädden, 41 000 kr dyrare än budgeterat hösten 2015. Beräknad budget hösten 2015 var 297 880 kr. Entreprenören höll sin offererade kostnadsnivå, 350 000 kr, och övriga kostnader låg på budget, vilket alltså innebär att fosfordammens kostnad landade på 40 905 kr över budgeten från 2015. Totalkostnaden för dammen var 338 785 kr.

Utfört arbete:

- Geodetisk inmätning av platsen, Detaljutformning och placering av filterbädden (dammen behövde omplaceras på grund av den av länsstyrelsen påkallade förskjutningen av dammen bort från ån). Beräkning av fallgradienter och fall mellan inlopp till damm, utlopp från damm, inlopp kalkfilterbädd och utlopp från kalkfilterbädd.
- Framtagning av detaljritningar; plan- och sektionsritningar.
- Utsättning av damm och kalkfilterbädd. Kompletterande avvägning fick utföras då intaget i ån flyttades 150 m uppströms och schaktbotten i dammen höjdes med 45 cm för att minska schaktvolymen (se ovan).
- Detaljutformning av rördragningar samt beräkning av intagshålets storlek för att ge flöde 15 l/s vid medelflöde och max 25 l/s vid högflöden.
- Upphandling och beställning av kalkfiltermaterial (Hyttssand), makadam (Hyttsten) till skikten under och över hyttssanden, bottenduk, rör och rörtillbehör.
- Flytt av kalkmaterial, makadam, rör och övrigt material från väg till plats intill kalkfilterbädden, med dumper, ca 1 km.
- Utgrävning av kalkfilterbädden, utläggning av bottenduk.
- Rörkopplingar, rördragning och rörinstallationer.
- Iläggning av hyttssand med grävmaskin.
- Installation av utloppsrör och utloppsbädd av kullersten/natursten.

- Löpande arbetsledning under schakt i bädden, fyllnad med Hyttsten och Hyttsand. Löpande mätning av höjder, anpassning av skiktnivåer i bädden för att säkerställa rätt utloppsnivå med tillräckligt fall till utloppsdiket.
- Schaktning av fosfordammen, utläggning av schaktmassor på fyllnadsytorna. Utplaning och tilljämning med hänsyn till terrängen.
- Installation av inlopp till filterbädden, inkluderande urtag av inloppshål, applicering av perforerad metalldylinder som förhindrar löv, kvistar och skräp att rinna ner i filterrören. Intagsröret/intagshålet är justerbart i höjdd.
- Installation av bräddutlopp via cementbrunn till 200 mm rör som leder till ån. I brunnen sattes också ett pluggat 110 mm rör på lägre nivå, för att ge möjlighet att tömma dammen ner till grunddelens botten.
- Driftsättning av filterbädden och fångstdammen den 25 maj 2016.
- Rapportering och redovisning.

Fotografier från installationen



Kalkfilterbädden med bottenrör för vattendistribution utlagda.



Hyttsanden är utlagd i bädden liksom uppsamlingsrörskiktet. Detta täcks sedan av ett makadamlager, geotextilduk och sist jord.



Bräddutloppsbrunnen satt i slänten av fosfordammens grunddel.



Fosfordammen färdigställd och vatten fylls på.

Fosfordamm vid Björnstorp

Fosfordammen vid Björnstorps by tar emot vatten från ett tillrinningsområde som är 56 hektar stort och till 78 % består av jordbruksmark. Åtgärdsplatsen ligger i en svag sänka som brukas som betesmark.

Platsbeskrivning	
Plats (fastighet)	Önneslöv 14:6
Kommun	Lund
Markägare	Thomas och Gertie Jönsson
Tillrinningsområdets storlek	56 hektar
Andel åker i tillrinningsområdet	78 %
Huvudavrinningsområde	Höje å
Nuvarande markanvändning på platsen	Vall
Mängd schaktmassor	3 650 m ³
Medelschaktdjup vattenarea	0,82 m
Vattenareal	3 600 m ²
Totalt våtmarksområde	6 600 m ²
Typ av utlopp	Bräddöverfall i cementbrunn med tömningsrör
Finns dikningsföretag?	Ja
Finns öppet dike?	Nej
Finns småvatten som berörs?	Nej

Utformning av fosfordammen

Efter invägning av marken i september 2015 togs förslag till en fosfordamm fram. Fosfordammens yta motsvarar 0,63 % av tillrinningsområdets yta, vilket är relativt mycket och ger mycket god fosforreduktion. Med en större damm ökar generellt den relativa avskiljningen av näringsämnen.

Våtmarksareal är 6600 m². I djupdelen närmast inloppet är dammen djupast, 0,8 m vid medelvattenstånd medan grunddelen är 0,3 m djup. Fosfordammen är 120 m lång och på det bredaste stället 35 m bred. På grund av att en fiberkabel visade sig ligga 8 m längre norrut än Ledningskollens angivelse fick dammen flyttas 7 m norrut vilket ökade mängden schaktmassor eftersom terrängen är högre där. Därför minskades vattenarealen något, och djupet i djupdelen minskades från 1,0 till 0,8 m. Vattenarealen är 3600 m². Den delas som följer:

- Sedimentationsdel (1 m djup), 500 m²
- Grundområde (0,3 m djup), 3 100 m²

Damm och ledarm har följande släntlutning:

- Släntlutning under medelvattenytan i dammen 1:3.
- Släntlutning över medelvattenytan i huvudsak 1:6.

Detta innebär att i genomsnitt är schaktdjupet i djupdelen 166 cm och 76 cm i grunddelen (dock mindre på slänten under vattenlinjen). Totalt var schaktvolymen 3 800 m³ vilket även inkluderar släntschaktning. Schaktmassorna lades framförallt i slutningen nordväst om dammen där marken höjdes med upp till 120 cm, samt till en mindre del söder om dammen där marken höjdes med maximalt 30 cm.

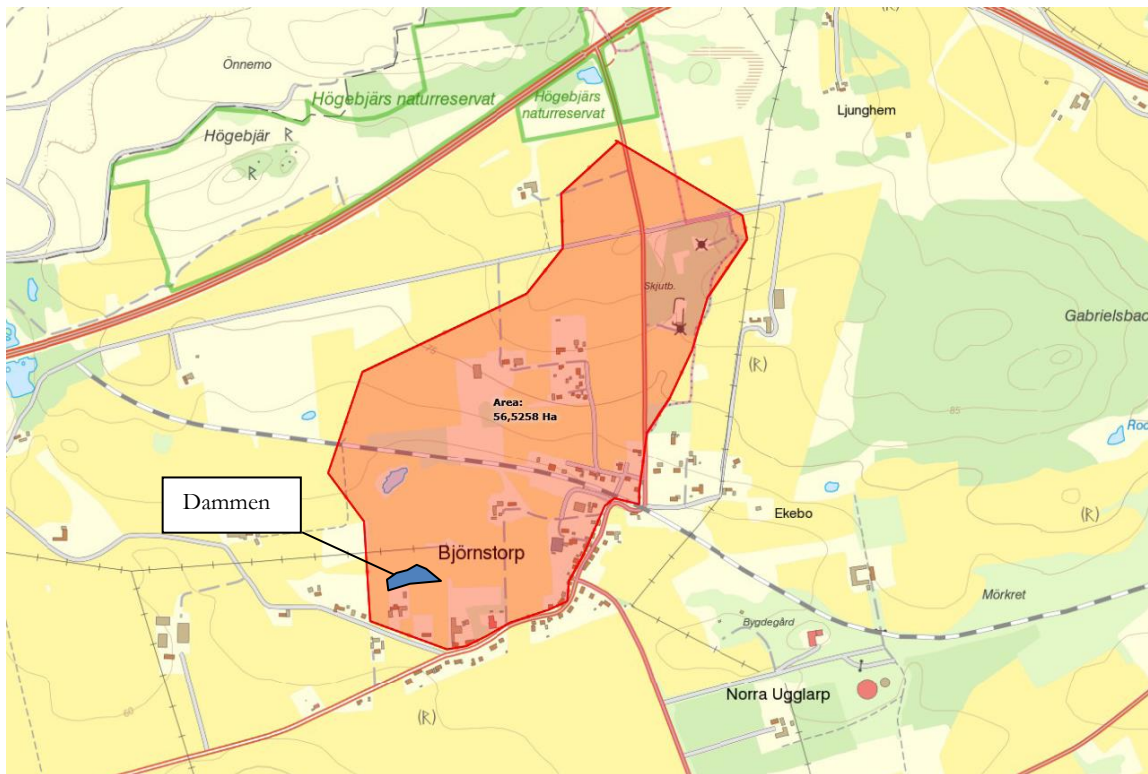
Inlopp

Vatten från det öppna diket öster om den tänkta dammen leds genom rör in i dammen. Diket är sedan länge kulverterat på sträckan längs dammen och det befintliga röret lämnas orört. Vid låg vattenföring (under 1/3 av medelflödet) tas inget vatten in i dammen utan allt vatten rinner då genom det befintliga röret.

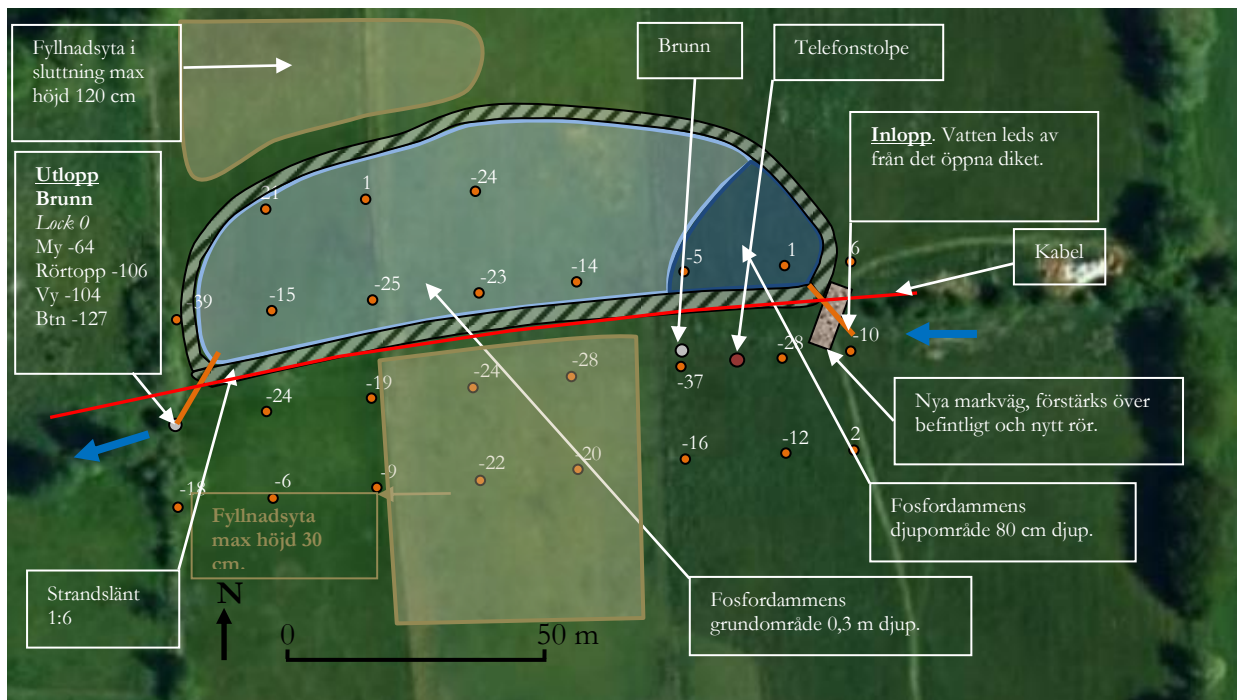
Dikesbotten har mätts in till -84 cm. Referenspunkten är locket på dräneringsbrunnen vid dammens utlopp, markerad höjd 0 i figur 2-4. Inloppsrörets höjd kommer att läggas på -74 cm, vilket bedöms ge ett inflöde i dammen vid 1/3 av medelflödet.

Djupområde (sedimentationsdel)

Djupområdet är den inledande delen närmast inloppet och anlades med ett djup vid normalvattenstånd på 0,8 m. Botten på sedimentationsdelen ligger på -154 jämfört lokal referens och är plan. Sedimentationsdelen avslutas med en slänt upp mot grundområdet.



Tillrinningsområde, 56 ha.



Planritningen över fosfordammen på Önnelöv 14:6 i Björnstorp på ortofoto..

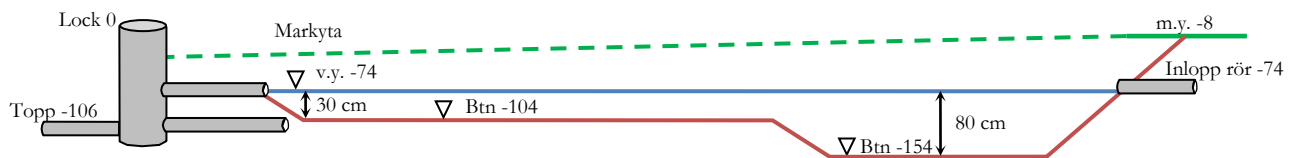
Grundområde

Djupområdet övergår i ett grundare vattenområde, med ett normalvattendjup på ca 0,3 m som möjliggör vegetationsetablering. Botten på grundområdet ligger på nivån -104 jämfört lokal referens. Markytans genomsnittshöjd på grundområdet är -27 cm.

Grundvattenområdet avslutas med det vinklade, vridbara utloppsroret (200 mm) som bestämmer vattennivån i dammen.

Utlopp

Utloppsroret leder till en befintlig cementbrunn. Brunnen kunde rensas och befanns vara i så gott skick att den inte behövde bytas ut. Från brunnen rinner vattnet i befintligt rör till diket nedströms, som är öppet ca 8 m från brunnen.



Tvärsnitt över utloppsbrunnen, dammen och inloppsdiket där botten på djupområdet ligger på nivå -154 jämfört referens och botten på grundområdet på -104. OBS: Släntlutningarna är brantare i figuren än de är i verkligheten (se ovan för släntlutningar).

Utformningens syfte

Djupdelen vid inloppet från diket (0,8 m djupt) sänker vattenhastigheten så att jordpartiklar och den fosfor som är bunden till jordpartiklarna kan sjunka till botten på dammen. Framförallt lera kan binda mycket fosfor och är samtidigt erosionskänsligt. Sedimentation är den primära retentionsprocessen för fosfor. De flesta partiklarna sjunker i början på dammen, därför är det viktigt att ha en djupare del som sänker vattenhastigheten så att stora mängder partiklar kan ansamlas. Små lerpartiklar kan transporteras lång väg innan de sedimenterar, därför utformas fosfordammen med ett grundområde (0,3 m djup) där de lätta partiklarna har en kortare sedimenteringssträcka till botten. Blir grunddelen för djup finns en risk för att de små lerpartiklarna som binder mycket fosfor inte hinner sjunka till botten utan transporteras genom dammen. Ett grundområde möjliggör även att rätt typ av våtmarksväxter kan dominera. Växterna fungerar som ett filter för partiklar och kan därmed hjälpa till att fånga de små lerpartiklarna som binder fosfor. Växternas rötter hjälper även till att stabilisera sedimentet och kan därmed förhindra att partiklar som sjunkit till botten virvlar upp igen vid höga flöden. Det är dock viktigt att ha arter vars rötter inte bildar tuvor, som kan öka kanaliseringen av vattnet. Ett tätt och jämt filter eftersträvas. Växter som rekommenderas är: Högväxta starrarter (som inte bildar tuvor),

svärdsilja, igelknopp och säv. Den grunda delen med vegetation skapar gynnsamma förhållanden även för kväveavskiljning.

Marken runt dammen kommer att skötas med slätter och bete.

Fosforavskiljning

Tillrinningsområdet består till 78 % av åkermark. Åkermarksläckage av fosfor kan variera betydligt även inom små områden och det finns inga mätningar för detta eller närliggande täckdikningssystem. Ett skattat schablonvärde för åkermarksläckage i Höje å avrinningsområde, baserat på uppmätt fosfortransport i ån samt andelen åkermark i tillrinningsområdet för olika mätstationer är 0,35 kg per hektar för perioden 2011-2013. Detta ger en genomsnittlig koncentration för dräneringsvatten från åkermark på ca 0,14 mg/l. Av de fosfordammar som utvärderats med vetenskaplig metodik har de som haft bäst funktion legat på 35-40 % avskiljning. (Kynkkääniemi, 2014). Den föreliggande dammens avskiljningsförmåga har bedömts utgående från storlek i förhållande till tillrinningsområdet, 0,63 %, men också från andelen partikulärt bunden fosfor av totalfosfor i Höje å:s huvudfåra enligt recipientkontrolldata, ca 65 % under 2011-2013. Avskiljningsförmågan bedöms ligga i intervallet 35-40 %. I beräkningen av mängden avskild fosfor per år i kg används värdet 37,5 %. Fosfordammen beräknas totalt avskilja 7 kg fosfor per år.

Ekonomi

Länsstyrelsen beviljade den 24 april 2017 investeringsstöd för 100 % av kostnaden för fosfordammen eller högst 167 500 kr.

Entreprenadbudgeten i ansökan var 133 500 kr. Det entreprenadanbud som antogs var 176 400 kr. Vattenrådet åtog sig att täcka den överskjutande delen. På grund av att dammen fick flyttas 8 m norrut som beskrivits ovan ökade schaktkostnaden, eftersom schaktdjupet då ökade. Dessutom var mängden större stenblock i marken stor, vilket orsakade merarbete. Entreprenören hade merkostnader på 30 000 kr för detta extraarbete vilket tidigt stämde av med vattenrådet. Den totala entreprenadkostnaden slutade därför på 206 400 kr. Konsultarbetet inkluderande entreprenadupphandling, utsättning, besiktning och rapportering slutfördes till en kostnad av 33 757 kr, vilket var strax under budgeten 34 000 kr. Totalkostnaden för dammen var 240 157 kr.

Utfört arbete:

- Geodetisk inmätning av platsen, detaljutformning och placering (dammen behövde omplaceras på grund av en fiberkabel inte låg på den plats som angivits i Ledningskollen. Beräkning av fallgradients och fall mellan inlopp till damm, utlopp från damm.
- Underlag för upphandling av entreprenad togs fram och skickades till tre entreprenörer. Granskning av anbud och kontraktering.

- Utsättning av dammen.
- Installation av utloppsrör och utloppsbädd av kullersten/natursten.
- Schaktning av fosfordammen, utläggning av schaktmassor på fyllnadsytorna. Utplaning och tilljämning med hänsyn till terrängen.
- Installation av rörutlopp från dammen till befintlig cementbrunn.
- Driftsättning den 5 september 2017.
- Rapportering och redovisning.

Foton



Dammen från den västra änden.



Dammen från den östra änden, under schakt.

Kalkfilterbädd och fosfordamm vid Lilla Bjällerup (Stora Bjällerup 4:1)

Råbydiket är det tillflöde till Höje å som enligt recipientkontrollmätningarna har de högsta koncentrationerna av fosfor i Höje å avrinningsområde. Bäckens är därför högt prioriterad med avseende på åtgärdsinstallationer. I samråd med markägaren, Svenska kyrkan, har förslag till anläggning av en kalkfilterbädd och en fosfordamm vid Lilla Bjällerup fram. Anmälan om vattenverksamhet har fått bifall, liksom ansökan om investeringsstöd för kalkfilterbädden. Fosfordammen finansieras av vattenrådet. Tillrinningsområdet vid åtgärdsplatsen består till 90 % av jordbruksmark. Medelkoncentrationen för totalfosfor var för perioden 2011-2013 0,108 mg/l vid en mätpunkt strax uppströms åtgärdsplatsen.

Platsbeskrivning	
Fastighetsbeteckning	Stora Bjällerup 4:1
Kommun	Staffanstorps kommun
Markägare	Svenska Kyrkan, kontaktperson: Lars-Ewert Jönsson
Tillrinningsområdets storlek	1195 hektar
Andel åker i tillrinningsområdet	90 %
Huvudavrinningsområde	Höje å
Nuvarande markanvändning på platsen	Obrukad sänka

Mängd schaktmassor	850 m ³ för kalkfilterbädden
Typ av utlopp	Två 160 mm rör från kalkfilterbädden.
Finns dikningsföretag?	Ja
Finns öppet dike?	Ja
Finns småvatten som berörs?	Nej

Installation av kalkfilterbädden planerades utföras redan i oktober-november 2017, men väderleken med hög nederbörd förhindrade då utförande. Huvuddelen av det förberedande arbetet, med upphandling av entreprenad, platsanpassning av rörsystem och sammanställning av material att inköpa, utfördes redan under 2017. Även en första leverans av kalkmaterialet (hyttsand) beställdes då, eftersom en mindre mängd hyttsand behövdes till ett annat projekt, och den resterande mängden, ca 30 m³ kördes till Lilla Bjällerup och lastades av där. Materialet har där legat och väntat på installation. Transportkostnaden för den leveransen (en lastbil med släp) togs på det andra projektet och eftersom transportkostnaden utgör större delen av materialkostnaden har ingen kostnad för dessa 30 m³ hyttsand debiterats Höje å vattenråd.

Bädden stakades ut med måtten 34,2 x 11,2 m vid markytan. Måtten i bäddens botten var 30,0 x 6,0 m. Släntlutningen på bäddens sidor var ca 1:0,75 (1,0 meter i djup på 0,75 m i sidled). Schaktbotten i bädden ligger på +11,35 mätt med JKN:s maskin. Bäddens djup från befintlig markyta är ca 280 cm.

Schakt av filtergropen startades upp den 22 oktober. Kalkmaterial (190 ton hyttsand, ca 195 m³) och makadam (Hyttssten användes som makadam, 120 ton) levererades under 22-25 oktober. Rörsystemen sattes ihop parallellt medan schakten pågick, från den 22-25 oktober. Eftermiddagen den 23 oktober var filtergropen schaktad, fiberduk lades, distributionsrörsystemet i botten lades ut liksom bottenmakadamen.

Huvuddelen av hyttsanden lades ut den 24 oktober, därefter uppsamlingsrörsystemet vilket färdigställdes den 25 oktober, varefter toppmakadam lades ut. Även Utloppsrören drogs den 25 oktober. Utloppsrören lades 20 cm över den korsande gasledningen invid Råbydiket.

Den 26:e oktober drogs inloppsrör från Råbydiket, under gasledningen (20 cm under ledningen som låg ytligare vid inloppet) och fram till mynningen i den planerade dammen.

Rörmynningarna vid inlopp och utlopp i Råbydiket stensattes med kullersten och ovanför kullerstenen lades på önskemål från dikningsföretaget sprängsten 0-90 för att stabilisera slänten.

Från inloppsrörens mynning till kalkfilterbäddens intag grävdes ett dike den 29-30 oktober. Diket utvidgas under våren/sommaren 2019 till en fosfordamm. Återställning och utplaning av massor utfördes den 29-30 oktober.

Vattengång vid inloppet från diket till fosfordammen/kalkfilterbädden ligger på höjden +12.55. Detta beräknas vara vattennivån i diket vid ett flöde som är 1/3 av medelflödet. Enligt länsstyrelsens direktiv ska inget vatten tas in till filterbädden när flödet understiger 1/3 av medelflödet. Vattengången i de två intagsrören till filterbädden ligger också på

+12.55. Vattengången i uppsamlingsrörssystemet på hyttsandens överyta ligger på +12.49. Utloppsnivån vid Råbydiket ligger på +12.46.

Kalkfilterbädden utformades som en rektangulär filterbädd i enlighet med den tekniska lösning WEREC arbetar efter, med fiberduk i botten och på sidorna för att ge en avgränsning gentemot den omkringliggande jorden. Kalkfilterbädden beskrivs i relationsritningar i bilaga. När toppmakadamen lagts ut veks fiberduken in över bädden, som skilje mellan själva bädden och de jordmassor som lades på som täckning på bädden. Fiberduken minskar också risken för att sediment från jordmassorna som täcker filterbädden ska föras ner till uppsamlingsrören. Marken på och runt bädden höjdes med 50-70 cm.

Installationsarbetet avslutades den 30 oktober 2018.

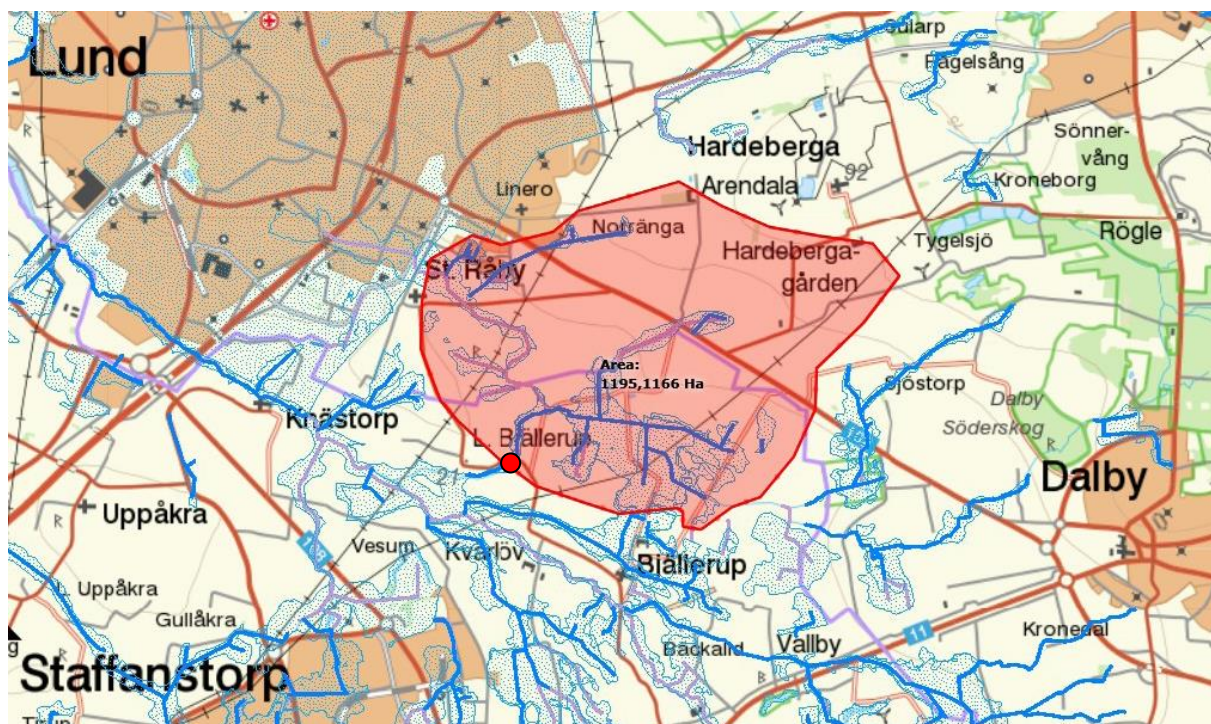
Vid bäddens inlopp fördelas vattnet från inloppsröret till distributionsrören. Distributionsrören ligger i ett 25 cm skikt av makadam (Hyttsten 16/32). Vattnet fördelas ut i detta skikt innan det stiger upp genom Hyttsanden. Över Hyttsandsskiktet, 100 cm djupt, ligger uppsamlingsrörssystemet i ett 25 cm makadamskikt. Vattnet stiger upp till dessa rör, rinner in i dem och därifrån ut i utloppsröret som leder ut till Råbydiket.

Filterbädden var då klar att tas i drift när entreprenören har installerat in- och utloppsbrunnar och kopplat bäddens in- och utloppsrör till dessa. Noteras att, som diskuterades den 9/10, ett skyddande nät med hålstorlek 3-5 mm bör appliceras vid intaget för att förhindra skräp från att följa med ner i filterbädden.

Fosforavskiljning - Kalkfilterbädden

Tillrinningsområdet består till 90 % av åkermark. I enlighet med Länsstyrelsens direktiv leds inget vatten genom filterbädden när flödet i diket är under 1/3 av medelflödet. Filterbädden kommer med den storlek som är aktuell att i genomsnitt ta 25 liter vatten per sekund. Vid högflödesepisoder leds upp till 37 liter genom filterbädden, genom att vattentrycket höjs. Under 50 % av medelflöde i bäcken sjunker intaget ner till noll vid 1/3 av medelflödet. Intagshålen utformas för denna flödesdynamik.

Medelkoncentrationen för totalfosfor är enligt recipientkontrollen 0,108 mg/l vid Lilla Bjällerup. Den lilla fosfordammen sänker koncentrationerna något innan vattnet når filtret, dock inte mycket eftersom dammens storlek är begränsad och dess syfte framförallt är att ge den fallhöjd som behövs för filterbädden. Vi har räknat med 5 % avskiljning av fosfor, vilket ger koncentrationen 0,103 mg/l vid dammutloppet.



Tillrinningsområdet, 1195 ha.

Filtret tar alltså in mer vatten vid högflöden och mindre vatten vid lågflöden. Generellt är fosforkoncentrationerna högre vid högflöden än vid lågflöden, men enligt recipientkontrolldata visar Råbydicket inte samma tydliga samband i detta avseende som de flesta andra mindre vattendrag. Koncentrationerna är visserligen oftast höga vid högflöden, men för lågflöden är trenden att koncentrationerna är låga under vinter- och vårperioder medan koncentrationerna ofta är höga under lågflöden som inträffar under juli-oktober, ibland extremt höga. De högre koncentrationerna vid flöden över medelflöde då koncentrationen i genomsnitt är 0,121 mg/l, gör ändå att medelkoncentrationen genom filtret blir högre än de 0,103 mg/l, närmare bestämt 0,112 mg/l.

Kalkfilterbädden beräknas avskilja 45 % av fosfor i det vatten som passerar bädden. Mängden fosfor som fastläggs blir då 40-45 kg fosfor per år.

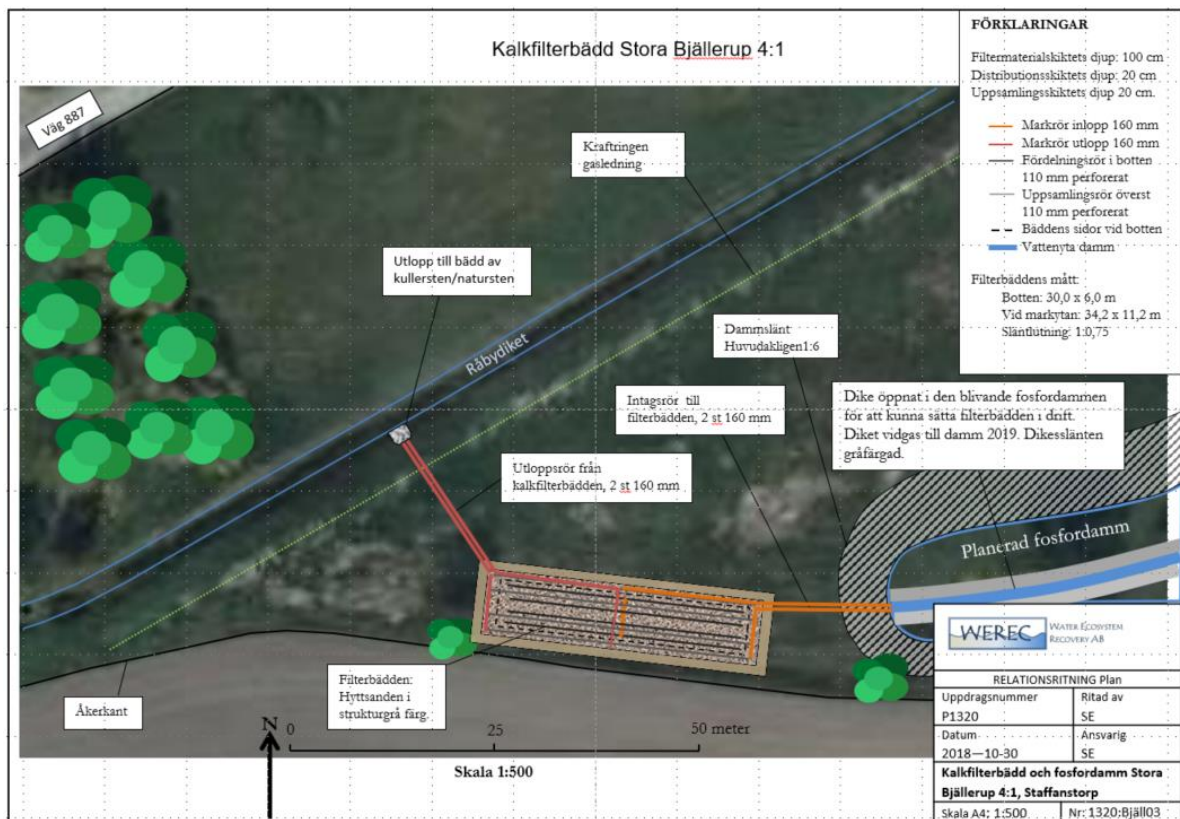
Vid byte av filtermaterial vart 7-8:e år kan det utmattade filtermaterialet läggas på åkrarna som kalkning, och innehåller då också fosfor som blir tillgängligt när materialet sprids ut. Materialet ger inte lika hög pH-effekt som vid vanlig kalkning, men gör dock att den vanliga kalkningen kan skjutas upp alternativt minskas i omfattning.

Vid beräkningen av kostnadseffektivitet har kalkfiltermaterialets och fosfors återanvändning på åkermark inte åsatts något värde, eftersom det ännu inte är känt hur stor skördeförbättring materialet ger.

Ekonomi

Den budget som beräknades för kalkfilterbädden vid ansökan 2016 var 382 012 kr exklusive moms. Slutkostnaden blev 414 080 kr exklusive moms. Överdraget på 32 068 kr beror dels på att den entreprenör som vann upphandlingen inte hade möjlighet att genomföra entreprenaden under hösten 2018. Ny entreprenör söktes då, bland annat genom den vinnande entreprenör, Vattenvård Entreprenad, som vunnit upphandlingen. Sommaren/hösten 2018 var dock mycket gynnsam för schaktarbeten och en uppdämd projektkö från den dåliga säsongen 2017 förelåg, varför det var mycket svårt att hitta entreprenör. strax innan slutdatum för LOVA-projektet gav JKN Entreprenad som anlitats av Ekologgruppen för ett projekt bara någon kilometer bort besked om att man kunde åta sig Bjällerupsarbetet, men gav då ett timprisanbud som var något högre än den tidigare entreprenören (nu 1000 kr för grävmaskin med förare, och 850 kr för dumper med förare). Detta innebar en kostnadsökning med 24 800 kr. Vidare hade nu kostnaden för rörsystemet enligt kostnadsspecifikation ökat med 11 654 kr. En ansökan om utökning av budgeten baserat på dessa kostnadsökningar, till 418 466 kr, skickades in innan installationen påbörjades. Slutkostnaden ligger under denna utökade nivå beroende på något lägre kostnad för kullersten/sprängsten och för WERECS arvode, än förutsett.

- Hyttsand: material (ej transport): 31 907 kr exkl moms
 - Hyttsten (makadam, material, ej transport): 8834 kr exkl moms
 - Transportkostnad för hyttsand och hyttsten: 83 266 kr exkl moms
 - Kullersten och sprängsten; 1437 kr
 - Rörsystem, fiberduk och intagssilar: 36 556 kr.
 - Entreprenörskostnad: 73 600 kr. Utöver den förutsedda kostnadsökningen på 24 800 kr behövdes dumper med förare ytterligare en dag.
 - Arvode WEREC:
 - Upphandling av entreprenad: 23 520 kr,
 - Platsanpassning av rörsystem samt inlopp och utlopp, sammanställning av mtrl och beställning av mtrl: 23 520 kr,
 - utsättning, stakmarkering, höjder mot referens: 6720 kr
 - Installationsarbete kalkfilterbädd samt inlopp och utlopp: 99 120 kr.
 - Projektledning (transportlogistik, arbetsplanering, slutredovisning, relationsritningar, ekonomisk redovisning och ansökan om utbetalning: 25 600 kr (8000 kr under budget).
- Totalt WEREC arvode 178 480 kr exkl moms, vilket är 8000 kr under budget.



Relationsritning plan över kalkfilterbädden på Stora Bjällerup 4:1.

Utfört arbete:

- Geodetisk inmätning av platsen, Detaljutformning och placering av filterbädden. Beräkning av fallgradienter och fall mellan inlopp och utlopp.
- Framtagning av detaljritningar; plan- och sektionsritningar.
- Utsättning av damm och kalkfilterbädd.
- Detaljutformning av rördragningar samt beräkning av intagshålets storlek för att ge flöde i genomsnitt 25 l/s och max 37 l/s.
- Upphandling och beställning av kalkfiltermaterial (Hyttsand), makadam (Hyttssten) till skikten under och över hyttsanden, samt bottenduk, rör, rördelar, fiberduk och intagssilar.
- Flytt av kalkmaterial, makadam, rör och övrigt material från väg till plats intill kalkfilterbädden, med dumper.
- Utgrävning av kalkfilterbädden, utläggning av bottenduk.
- Installation av distributionssystem i bäddens botten - rörkopplingar, rördragning och rörinstallationer .

- Täckning av bottenrörssystemet med hyttsten 25 cm.
- Iläggning av hyttsand med grävmaskin.
- Installation av uppsamlingssystem i bäddens toppskikt - Rörkopplingar, rördragning och rörinstallationer.
- Täckning av uppsamlingssystem med hyttsten 25 cm.
- Installation av inlopp till filterbädden, inkluderande schakt av rörgrav, rörläggning, urtag av inloppshål, applicering av perforerad metallsil som förhindrar löv, kvistar och skräp att rinna ner i filterrören, fyllnad av rörgraven.
- Installation av utloppsrör och utloppsbädd av kullersten/natursten, inkluderande schakt av rörgrav och utloppsbädd, dukläggning, rörläggning, stenläggning, fyllnad av rörgraven.
- Löpande arbetsledning under schakt i bädden, fyllnad med Hyttsten och Hyttsand. Mätning av höjder, anpassning av skiktnivåer i bädden för att hamna på rätt utloppsnivå med tillräckligt fall till utloppsdiket, och kontroll av fall i inlopps- och utloppsrör.
- Driftsättning av kalkfilterbädden den 30 oktober 2018.
- Rapportering och redovisning.

Foton - installation av kalkfilterbädden på Stora Bjällerup 4:1



Bild 1: Översiktsbild från öst mot väst, från tisdagen den 24/10 2018. Filtergropen håller på att schaktas upp.



Bild 2: Bottenrören samt bottenmakadam (hyttsten) har lagts ut och hyttssanden håller på att läggas i bädden. I borte delen har även toppskiktet med makadam och uppsamlingsrör lagts ut.



Bild 3. Inloppsrör från diket, löper under gasledningen i förgrunden.



Bild 4. Inlopp och utlopp stensätts med kullersten och över den sprängsten. Här har kullerstenen lagts ut vid inloppsrören men ännu inte sprängsten.

Kommande installation

Installationen av en fosfordamm i anknytning till kalkfilterbädden vid Lilla Bjällerup har påbörjats genom att inloppet har anlagts och ett dike öppnats genom den blivande dammen fram till intaget till kalkfilterbädden, så att filterbädden har kunnat tas i drift. Den entreprenör som vann upphandlingen för dammen kunde slutföra dammen under 2018. Eventuellt genomförs en ny upphandling under 2019. Damminstallationen avses slutföras under våren/försommaren 2019.

Utformning fosfordammen vid Lilla Bjällerup

Schaktdjupet på platsen blir relativt stort ner till intagsnivå i diket och 30 cm därunder vilket blir bottennivå i grunddelen. Därför utnyttjas inte hela sänkans yta för dammen, utan en mindre fosfordamm anläggs, tillräckligt stor för att ge viss fosforavskiljning, men särskilt för att ge den fallhöjd som alltså behövs vid kalkfilterbädden. Fallhöjden erhålls genom att fallet på dikessträckan mellan inlopp och utlopp är, 180 m, är 30 cm. Dammen förläggs i den del av sänkan som ligger lägst, och där schaktdjupet då är minsta möjliga. Till grunddelens botten blir schaktdjupet i genomsnitt 145 cm, till djupdelens botten ytterligare 70 cm; 215 cm

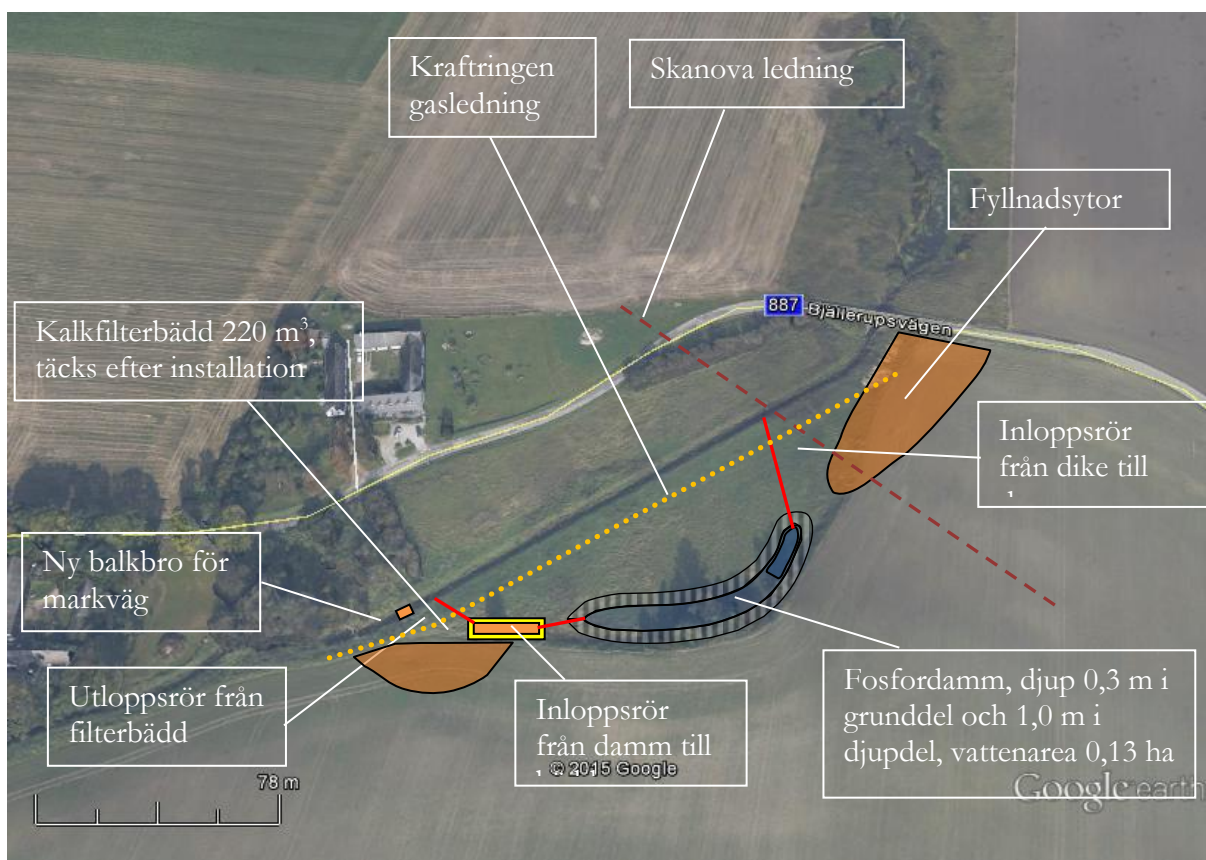
Vattenintagsnivån avpassas för att släppa in vatten till dammen och filterbädden endast när vattenflödet i diket är högre än 1/3 av medelflödet.

Medelschaktdjupet är förhållandevis stort, och eftersom dammen är långsmal blir släntschaktningen omfattande. Släntlutningen ska vara i huvudsak 1:6 Våtmarksområdets area blir 0,50 ha.

Schaktvolymen blir totalt 3000 m³. Schaktförhållandena är gynnsamma med god bärighet under större delen av året. Schaktmassorna kan läggas intill dammen, på sänkor i åkermarken strax väster och öster om dammen anvisade av arrendatorn och markägaren.

Fosforavskiljning – fosfordammen

Fosfordammens vattenarea blir knappt 0,1 % av ett tillrinningsområde på 300 ha. Även dammar med storlek på 0,3 % av tillrinningsområdet har visats kunna ge en fosforavskiljning på 35 % (Kynkkääniemi, 2014). I detta fall bedöms dammen utgående från storlek i förhållande till tillrinningsområdet, men också från andelen partikulärt bunden fosfor av totalfosfor i Råbydiket enligt recipientkontrolldata (44 % under 2011-2013), till 5-10 % av den fosfor som passerar dammen. I följande beräkning används värdet 7,5 %, vilket ger en årlig avskiljning av ca 6 kg fosfor.



Översiktlig planritning över anläggningen.

Referenser

- Braskerud, B. C., Tonderski, K. S., Wedding, B., Bakke, R., Blankenberg, A-G. B., Ulén, B., and Koskiaho, J., 2005. Can constructed wetlands reduce the diffuse phosphorus loads to eutrophic water in cold temperate regions. *J. Environ. Qual.* 34:2145-2155.
- Cucarella, V., Renman, G., 2009. Phosphorus sorption capacity of filter materials used for on-site wastewater treatment determined in batch experiments - A comparative study. *J. Environ. Qual.*, 38:381-392.
- Djodjic, F., Börling K., Bergström, L., 2004. Phosphorus leaching in relation to soil type and soil phosphorus content. *Journal of Environmental Quality* 33: 678-684.
- Ekstrand, S, Persson T., och Bergström R., 2011., Dikesfilter och dikesdammar, slutrapport Fas 1. IVL-rapport B-2001.
- Ekstrand, S., Wallenberg, P. ,Djodjic, F., 2010. Processed based modelling of Phosphorus losses from arable land. *Ambio* 39(2), 100-115.
- Ekstrand, S., 2016. Mätbaserad uppföljning av fosfordammar och kalkfilterbädd 2015-2016. För Västerås Stad. 9s.
- Kynkäänniemi, P. 2014. Small wetlands designed for phosphorus retention in Swedish agricultural areas – efficiency variations during the first years after construction. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, Doctoral Thesis No. 2014:70.
- Leonardson, L, 1994. Våtmarker som kvävefällor: Svenska och internationella erfarenheter (Wetlands as nitrogen sinks: Swedish and international experiences. Swedish Environmental Protection Agency, report 4176.
- Persson, T., Ekstrand., S., Bergström R., 2014. Dikesfilter och dikesdammar – slutrapport Fas 2. IVL-rapport.
- Tonderski, K, Arheimer, B., Pers., C., 2005. Modelling the impact of potential wetlands on phosphorus retention in a Swedish catchment. *Ambio* 34, pp 544-551.
- Tonderski, K, Weisner, S., Landin, J., Oscarsson, H., 2002. Våtmarksboken. Skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker. (Construction and use of valuable wetlands – In Swedish). VASTRA-report 3.
- Ståhl-Delbanco, A., Persson, P., 2005. Djup- och flödesberoende närsaltsretention, en förstudie av Långeberga försöksdammar. (Depth and flow-dependent nutrient retention - a prefeasibility study of Långeberga experimental dams – In Swedish). Helsingborg City, Department of Environment S-251-89 Helsingborg. 31 p.