

Examensarbete
TVVR 15/5011

Tvåstegsdiken

Dess funktioner i Höje å

Truls Olsson



Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära
Institutionen för Bygg- och Miljöteknologi
Lunds Universitet

Tvåstegsdiken

Dess funktioner i Höje å

Av:
Truls Olsson

Examensarbete

Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära
Instutionen för Bygg- och Miljöteknologi
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund, Sverige

Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära
TVVR-15/5011
ISSN 1101-9824

Lund 2015
www.tvrl.lth.se

Examensarbete
Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära
Institutionen för Bygg- och Miljöteknologi
Lunds Universitet

Svensk titel:	Tvåstegsdiken – Dess funktioner i Höje å
English title:	Two-Stage Ditches – Their roles in Höje river
Författare:	Truls Olsson
Handledare:	Rolf Larsson
Examinator:	Linus Zhang
Språk:	Svenska
År:	2015
Keywords:	Höje river; Two-stage ditch; Water quality; biodiversity; drainage ; bank erosion

Förord

Den här rapporten utgör mitt examensarbete för civilingenjörsexamen inom Ekosystemteknik på Lunds Tekniska Högskola. Utbildningen har varit en lång resa och lärorik resa med många hinder på vägen.

Jag vill tacka alla mina vänner på Ekosystemtekniksektionen och Teknologkåren vid LTH för att de stöttat mig under hårda tentaperioder och visat att studietiden är mer än bara plugg, professor Ronny Berndtsson på avdelningen för teknisk vattenresurslära för att ha inspirerat mig att välja vattenresurshantering när jag var osäker på om jag ville fortsätta studera och Rolf Larsson, min handledare, för all tid han lagt ner för att hjälpa mig med examensarbetet. Självklart vill jag även tacka min biträdande handledare Lena Vought och hennes man Jean Lacoursière, samt Jonas Johansson från Lunds kommun.

Slutligen vill jag tacka min pappa, Mats Olsson, för att stöttat mig genom hela vägen och Brainstormat allt från Grönling till rapportens upplägg.

Lund, juni 2015

Truls Olsson

Abstract

Höje River has during the last 200 years lost 50 percent of its total length and 90 percent of the river basin's wetlands. In order to meet future needs for food production and the expansion of cities, efficient dewatering of the landscape is required. Traditional ditches are good at draining the land of water, but bring many disadvantages for biodiversity and nutrient transport from agricultural land to the sea. Two-stage ditches retain many features associated with natural waterways, but maintain at the same time the hydraulic capacity of a traditional ditch. The study identifies the key roles of a two-stage ditch and proposed actions in Höje River are presented. The two-stage ditch can be designed to promote biodiversity in and around the trench and to remove nutrients from the water. When the terraces of the two-stage ditch are flooded, the hydraulic capacity of the ditch is increased and the speed of the water is decreased. This reduces erosion and landslides along the trench and lowers the amount of suspended particles in the water. It also reduces the risk of high flood peaks downstream. Two-stage ditches are a great alternative to traditional ditches in agricultural land, where the draining capability must be high, the water is very nutritious and biodiversity is low.

Sammanfattning

Höje å har de senaste 200 åren blivit 50 procent kortare och förlorat 90 procent av avrinningsområdets våtmarker. För att kunna klara av framtida behov gällande matproduktion och utbyggnad av städer krävs effektiv avvattnings av landskapet. Traditionella diken är bra på att avvattna mark, men medför många nackdelar för biologisk mångfald och näringstransport från jordbruksmark till havet. Tvåstegsdiken behåller många funktioner förknippade med naturliga vattendrag, men har samtidigt den höga flödeskapaciteten hos ett traditionellt dike. I studien identifieras de viktigaste funktionerna hos ett tvåstegsdike och förslag på åtgärder i Höje å presenteras. Tvåstegsdiket kan konstrueras för att gynna biologisk mångfald i och omkring diket och för att föra bort närsalter från vattnet. Då tvåstegsdikets terrasser översvämmas ökas dikets hydrauliska kapacitet och vattenhastigheten sänks. Detta minskar erosion och ras längs diket och sänker mängden suspenderade partiklar i vattnet. Dessutom minskar risken för höga översvämningstoppar nedströms. Tvåstegsdiken är ett bra alternativ till traditionella diken i jordbruksmark, där avvattningsförmågan måste vara hög, vattnet är mycket näringsrikt och den biologiska mångfalden låg.

Innehållsförteckning

Förord	iii
Abstract	v
Sammanfattning	vii
Innehållsförteckning figurer	xi
1. Introduktion	1
1.1 Målsättning	3
1.2 Begränsningar	3
1.3 Metod	3
2. Rinnande vatten i landskapet	5
2.1 Det naturliga vattendraget	6
2.2 Ett traditionellt kanaliserat dike	8
2.3 Återkonstruktion och återmeandering	10
3. Tvåstegsdike	13
3.1 Viktiga funktioner	15
3.2 Tvåstegsdikets design	21
3.3 Ekonomiska aspekter	22
4. Studieområde: Höje å	25
4.1 Antropologisk inverkan	25
4.2 Hydromorfologi	28
4.3 Ekologisk status	29
4.4 Vad behöver göras?	30
5. Förslag för Höje å	31
5.1 Genarp	31
5.2 Knästorp	34
5.3 Källby	36
5.4 Summering av förslag	39
6. Diskussion	41

7.	Slutsatser	43
8.	Litteraturförteckning	45

Innehållsförteckning figurer

Figur 1. Konceptbild för hur en meander skapas och funktionerna kring erosion och deponi (BBC, 2014). Upphovsman: Sara Rudolfsson.....	6
Figur 2. De flesta diken har en trapetsoid form med branta kanter.	8
Figur 3. Dynnbäcken från Staffanstorp (ett biflöde till Höje å). Ån är här nymuddrad (Foto: Truls Olsson).	9
Figur 4. Höje å vid Trolleberg 2009 innan sträckan restaurerades. Man ser tydligt hur ån runnit innan den uträtade kanalen grävts. (Bild från Lunds kommun).	12
Figur 5. Höje å i nuläget. Den gamla åfåran är återställd. I det här fallet valde man även att behålla det gamla räta diket . (Bild från Eniro).	12
Figur 6. Schematisk bild över ett tvåstegsdikes tvärsnitt. Terrasserna ska vara totalt fyra gånger bredden av mittfåran. (Bild: Truls Olsson)	14
Figur 7. I grunda och breda diken eller åar kan stenar placeras i en spets mot strömmen för att fånga upp sediment så de inte sedimenterar i lekgruset. Flödet ökar i mitten av spetsen, vilket låter vattnet ”gräva” en grop. I gropen kan öring leka. Sediment och slam sedimenterar längs kanterna där vattenhastigheten är betydligt lägre (Gran & Qvarnström, 1999). (Bild: Truls Olsson).	17
Figur 8. Nykonstruerat tvåstegsdike i Åkra, Nyköping. Här har den gamla bottnen och delar av det gamla dikets banker bevarats för att ge ökat ras- och erosionskydd innan ny vegetation hunnit etablera sig (Logardt, 2015).	19
Figur 9. Principskiss av fasciner. Fasciner fungerar bäst där banksluttningen överstiger 20 %. Bild från SGU (Lundström & Andersson, 2008).	22
Figur 10. Höje ås avrinningsområde (Thiere & Johansson, 2013).	25
Figur 11. Nettobelastning av de två viktigaste närsalterna, fosfor och kväve, i Höje å (Svenska MiljöEmissionsData, 2015). (Upphovsman: Therese Hernvall).....	26

Figur 12. Planeringskarta över dagvattensavledning från Lund. De röda prickarna i de blå cirkelarna motsvarar partiklar och suspenderat material per volymenhet. (Bild från Lunds kommun).	27
Figur 13. Utlopp för dagvatten i Värpinge (västra Lund). Bilden är tagen i slutet av januari vid högt flöde. Vattnet är fullt av suspenderat material, vilket ger vattnet den grumliga grå färgen. (Foto: Truls Olsson)	28
Figur 14. Överblickskarta över föreslagna sträckor lämpade för tvåstegsdike.	31
Figur 15. Höje å från Häckebergasjön precis utanför bild till Svinarp. Man ser tydligt att ån blivit kraftigt kanaliserad i jordbruksområdet mellan Genarp och Svinarp. Tvåstegsdike föreslås för den markerade sträckan.....	33
Figur 16. Skånska rekognosceringskartan från 1812. På den tiden var Genarp en liten bosättning och den större byn i området var Göddelöv.....	34
Figur 17. Höje å, cirka 3,5 kilometer innan ån når Lund. Sträckan från Knästorp till Lund ser ut att ha naturliga drag och gott om vegetation. Tvåstegsdiket föreslås för den markerade sträckan.....	36
Figur 18. Höje å från järnvägen i nedersta högra hörnet, längs reningsverket till bron innan Värpinge i väster. Sträckan är ungefär 1,8 kilometer lång. Vattnet precis norr om ån är reningsverksdammar från Källby reningsverk.....	37
Figur 19. Bankerosion längs Källby precis utanför Värpinge. (Foto: Truls Olsson)....	38

1. Introduktion

Då befolkningen på Jorden stadigt ökar, ökar även behovet av matproduktion och odlingsbar mark har blivit en värdefull resurs. I Brasilien till exempel omvandlas varje år ungefär 21 000 kvadratkilometer av regnskog och savann till odlingsbar mark. Detta motsvarar ett årligt område lika stort som Skåne, Blekinge och Halland tillsammans (Latinamerikagrupperna, 2015). Konsekvenserna av denna exploatering innebär bland annat stora miljöproblem med förlorad biologisk mångfald och förstörda vattendrag.

I Sverige började en liknande förvandling av landskapet för ett och ett halvt sekel sedan. Under åren 1867-1869 drabbades Sverige av missväxt på grund av framför allt dåliga väderförhållanden, främst i norra Sverige, drabbades landet av svår svält (Wikipedia, 2015). De tuffa förhållandena ledde till att cirka 25 procent av Sveriges befolkning emigrerade till i huvudsak Nord Amerika (Wikipedia, 2015). Sveriges regering beslutade, för att undvika liknande svälter i framtiden, att utöka tillgänglig odlingsbar mark och vände blickarna mot de skånska våtmarkerna. De flesta våtmarkerna dikades ut och många vattendrag kanaliserades. Idag är Skåne ett av de mest bördiga områdena i norra Europa.

Förändringarna i det skånska landskapet har inneburit miljöproblem såsom minskad biologisk mångfald, övergödning och ökad risk för översvämningar. Även rent dricksvatten är en viktig resurs för framtiden. Eftersom vårt dricksvatten är en del i ett slutet kretslopp måste våra vattendrag och våtmarker skyddas och vattenkvaliteten måste hållas hög.

Övergödning i de skånska vattendragen och längs kusterna är idag ett stort problem och stora delar av problemet kan tillskrivas det tunga jordbruket i landskapet. Genom att återinföra våtmarker och gamla vattendragssträckor som torrlagts sedan slutet av artonhundratalet kan närsaltsflödet till havet minskas och värdefulla närsalter kan hållas kvar i marken och till och med återinföras i jordbruket. Levande vatten är även viktigt för att uppnå några av de 16 miljömål som sattes upp av Sveriges regering mellan 1999 och 2005.

En metod för att minska övergödningen längs kusterna är att ersätta traditionella diken med så kallade tvåstegsdiken. Dessa då de översvämmas fungerar som våtmarker och minskar näringsämnen i vattnet genom att fosforrika partiklar sedimenterar och organismer tar bort kväve med hjälp av denitrifikation.

Höje å ligger i sydvästra Skåne och rinner genom Genarp, Staffanstorp, Lund och till sist Lomma innan ån till slut mynnar ut i Öresund. Åns

avrinningsområde är relativt litet, men ungefär 35 % av området består av jordbruksmark. Området är även relativt tätbefolkat och ungefär 10 procent består av tätort. Markanvändningsfördelningen i Höje ås avrinningsområde leder till att ån belastas med höga halter närsalter och föroreningar.

Sommaren 2007 drabbades Höje ås avrinningsområde av stora mängder regn vilket resulterade i att ån översvämmades. Översvämningarna orsakade stora skador på fastigheter och skördar, framförallt i Lomma. Detta blev den katalyserande faktorn för ett samarbete mellan kommunerna Lund, Lomma och Staffanstorp. Målet för samarbetet är att förhindra framtida skador till följd av stora mängder regn.

I nuläget når dagvatten från Lund och Staffanstorp Höje å mer eller mindre ofördröjt och den kanaliserade ån transporterar vatten effektivt, vilket resulterar i att Lomma får ta emot mer vatten än vad ån i området kan hantera. En första lösning för detta problem verkade vara att öka den hydrauliska kapaciteten hos ån i Lommaområdet. En rapport från SWECO kom dock fram till att detta inte var möjligt då vatten från havet skulle fylla ut den ökade kapaciteten, vilket skulle leda till att åtgärden i slutändan blir värdelös ur vattenregleringssynpunkt (Sweco Environment AB, 2009).

Under året efter översvämningarna 2007 sammanställdes en grupp som kom att kallas "Höje ås dagvattengrupp". Gruppen består av tjänstemän från de rörda kommunerna; Lund, Lomma och Staffanstorp, och är underordnad Höje ås vattenråd. Under 2008, ett år senare, framlades en rapport där Höje ås dagvattengrupp presenterade framtida mål för Höje å:

- Omfattande åtgärder i Höje ås avrinningsområde behöver ytterligare utredning, genomförande och planering i samarbete mellan de tre kommunerna.
- För att klara ovanstående punkt och för att temporära överbelastningar av Höje å ska kunna lösas, krävs samarbete mellan alla intressehavande kommuner, markägare, diktningföretag, länsstyrelse etc.
- Gruppen behöver mandat från politiska ledare i de tre kommunerna.

Rapporten resulterade i slutet av 2008 i att gruppen kompletterades med en överordnad politisk styrgrupp bestående av politiska representanter från de tre kommunerna (Höje ås dagvattengrupp, 2012).

Under 2014 har Höje ås vattenråd fått ungefär 2-2,5 miljoner kronor från Havs och Vatten-myndigheten och en del av de pengarna är öronmärkta för Höje ås dagvattengrupp. Detta har resulterat i ett projekt, ”hydromorfologisk undersökning av Höjeån”. Den här rapporten, tillsammans med tre andra, kommer ligga till underlag för ”hydromorfologisk undersökning av Höjeån”.

1.1 Målsättning

Målet med den här rapporten är att undersöka hur tvåstegsdiken kan förbättra situationen i Höje å ur ett miljöperspektiv, både genom att förbättra vattenkvaliteten och höja den biologiska mångfalden runt ån. Delmålen för rapporten är att undersöka:

- Förväntade effekter på vattenkvalitet.
- Hur biologisk mångfald påverkas.
- Hur mycket mark tas i anspråk.
- Praktiska problem vid konstruktionstillfället samt skötsel.
- Ekonomiska aspekter- Kostnader och intäkter.
- Lämpliga förslag för Höje å.

1.2 Begränsningar

Det viktigaste målet med Höje ås dagvattengrupps arbete kring Höje å är att skydda åkermark och omgivande egendom, framförallt nedströms mot Lomma, från översvämningar. Den här rapporten kommer dock inte i huvudsak behandla översvämningsskydd, utan kommer att fokusera på vattenkvalitet. Förhoppningen är att metoder för att öka vattenkvaliteten även kan ge ett bra skydd mot höga flöden för att i slutändan få en hållbar lösning som kan fungera i nuläget såväl som i framtiden.

För att ändra ett vattenområde krävs en hel del tillstånd och förändring begränsas av lagar och förordningar. Ofta tillhör även diket en eller flera markägare. Marken är ofta mycket värdefull och många markägare kan sätta sig emot eventuell förändring. Den juridiska biten, och markägaropinion för dikeskonstruktion etc. kommer inte att inkluderas i den här rapporten.

1.3 Metod

Projektet baseras till störst del på en litteraturstudie där data och information för tvåstegsdiken undersökts och sammanställts. Utifrån den informationen har ett förslag för åtgärder kring Höje å arbetats fram. Flera studier kring

tvåstegsdiken finns, men varje vattendrag är unikt och viktiga funktioner är beroende av många olika faktorer. Det är därför viktigt att ha förståelse för de många processer, både kemiska, fysikaliska och biologiska, som sker i olika delar av vattendraget. Många informationskällor kommer från Nordamerika, där förhållanden och mätstandarder kan skilja sig från svenska, därför har källor från Sverige prioriterats. Data från bland annat USA har till störst del använts som riktlinjer och indikationer för hur väl processer i diket fungerar. En av de viktigaste källorna för det här projektet är Tvåstegsdiken – ett steg i rätt riktning från jordbruksverket (Jordbruksverket, 2013).

För att kunna komma med konkreta förslag för Höje å och hitta sträckor längs ån lämpade för tvåstegsdiken, innefattar projektet även analyser av flygfoton och kartor. Även observationer ute i fält har genomförts.

I början av projektet jämfördes moderna kartor med skånska rekognosceringskartan från 1812. Genom att studera de över 200 år gamla kartorna kunde utdikade delar av ån identifieras. Genom att studera dessa utdikade delar med hjälp av moderna kartor och flygfoton kunde diken lämpade för konstruktion av tvåstegsdiken identifieras.

2. Rinnande vatten i landskapet

För att förstå hur ett tvåstegsdike fungerar måste man först förstå vilka funktioner ett naturligt vattendrag har, och vad det finns för avgörande skillnader mellan naturliga vattensträckor och utdikade. Det är viktigt att förstå vattnets färd genom landskapet när man gör ingrepp i ett vattendrag eller en flod, därför kommer i det här stycket en kortfattad förklaring till hur och varför naturliga vattendrag ser ut som de gör, vilka viktiga funktioner de har, hur biologisk mångfald påverkas och varför naturliga vatten inte alltid passar in i det moderna jordbrukslandskapet. Det traditionella kanaliserade dikets funktion och begränsningar kommer också presenteras för att ge inblick i dess för- och nackdelar. Dessa nackdelar kan senare tas hänsyn till då tvåstegsdiken konstrueras, samtidigt som det kanaliserade dikets funktioner behålls.

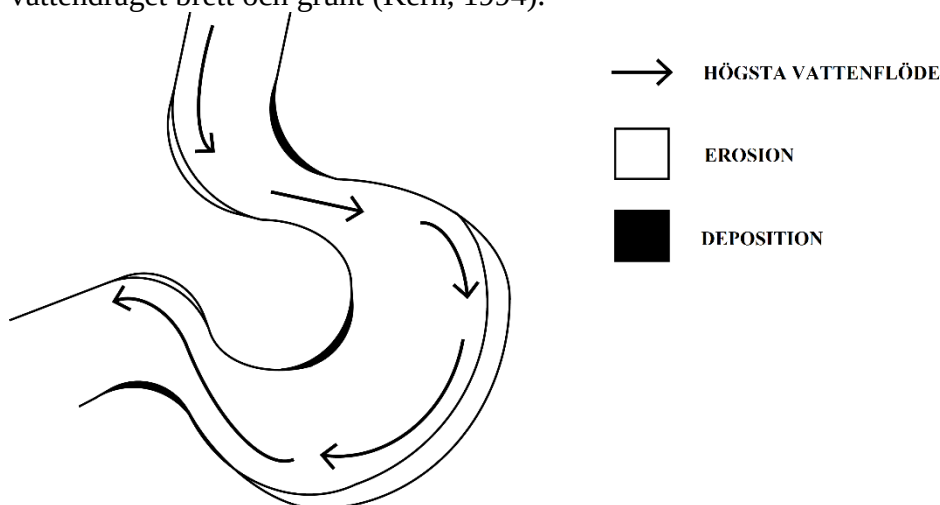
Översvämningar i flodområden är ett naturligt förekommande fenomen. Utan översvämningar skulle nog utvecklingen och utbredningen av den mänskliga civilisationen se mycket annorlunda ut. Bland de mest kända tidiga civilisationerna finns Egypten kring Nilens floddal och Mesopotamien vid Tigris-Eufratesområdet. Dessa civilisationer skulle haft det mycket svårt att föda sina invånare utan de årliga översvämningar som förde med sig näringsrikt flodsslam som gödslade svämplanen kring floderna. Dessa svämplan blev bördig åkermark som kunde försörja stora städer med mat (National Geographic, 2015).

I det moderna samhället med effektiviserade jordbruksområden och urbana områden kan översvämningar skada egendom, förstöra skördar och till och med leda till dödsfall. En vanlig lösning för att skydda mark och egendom mot översvämningar är att kanalisera och räta ut åsträckor så de kan avvattnas snabbt och effektivt. Det här leder till att vattnets uppehållstid blir betydligt kortare och näringsämnen hinner inte tas upp av organismer eller sedimentera i vattendraget utan rinner direkt till havet vilket bidrar till övergödningen i bland annat Öresund och Östersjön. Kanterna hos kanaliserade åsträckor är oftast branta och instabila. Detta orsakar erosion och mycket material hamnar i vattnet. Eftersom vattnet oftast är mycket näringsrikt (på grund av övergödning) täpps mindre vattendrag ofta igen av nedfallande material, samt vegetation som kan växa ohämmat med gott om näring i vattnet och utan konkurrens från andra växter som normalt skulle växa kring ån och skugga vattnet. Om vattendraget inte blir igentäppt transporteras istället sediment och partiklar fortare och längre tack vare den ökade flödeskapaciteten. Då dessa sedimenterar kan detta påverka den

bottenlevande faunan och lekande fisk genom att begrava lekplatser och viktiga gömställen. Detta orsakar i vissa fall att hela ekosystem kollapsar (Auld & Schubel, 1978), (Fisheries and Oceans Canada, 2011).

2.1 Det naturliga vattendraget

Alla naturliga vattensträckor är dynamiska hydrauliska system som ständigt förändras med tiden, både utseendemässigt och funktionellt. Vattnets väg ändras med olika mekaniska och kemiska effekter som erosion och sedimentation och vattenloppet karvar sig sällan igenom landskapet i en rak linje. Därför slingrar, eller meandrar, sig generellt vattendrag och floder fram. I ”böjarna” har vattnet högst hastighet mot den yttersta banken, vilket ökar erosionen. Längs den inre banken är vattnet som långsammast, vilket ökar sedimentationen. Därför förstärks den meandrande effekten (se Figur 1). Många faktorer avgör dock hur lätt en flodbank eroderar, så som den omgivande geologin, vattnets hastighet, klimat, jordmån och huruvida stabiliserande vegetation finns närvarande vid flodbankerna. En sandbank utan vegetation är till exempel mer lätteroderad jämfört med en bank av finkornig lera med starka kohesionskrafter. Därför är generellt floder och vattendrag i lerjordar smala och djupa, medan i sandiga jordar blir vattendraget brett och grunt (Kern, 1994).



Figur 1. Konceptbild för hur en meander skapas och funktionerna kring erosion och deponi (BBC, 2014).
Upphovsman: Sara Rudolfsson.

Erosion orsakar partiklar i vattnet. Partiklarna transporteras av vattnet till vattenhastigheten är låg nog för dem att sedimentera. Ju mindre partiklarna är

desto längre kan de transporteras, vilket skapar en varierad miljö i vattendragets lopp och gynnar biologisk mångfald.

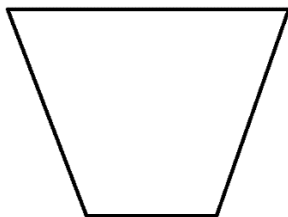
Många arter har genom tusentals år utvecklats och anpassat sig efter naturliga vattendrag. Då naturliga vattendrag knappt existerar i Sverige längre, på grund av utdikning för jordbruk, vattenkraft och bebyggelse, är många arter, anpassade för naturligt strömmande vatten, hotade eller relativt ovanliga, och därför viktiga att bevara. Vattnets naturliga färd genom landskapet ger upphov till många viktiga funktioner, inte bara i vattnet utan även på land. Miljön kring ett vattendrag är lika viktig för biologiska mångfalden som vattendraget i sig, då den omgivande vegetationen bidrar till viktiga habitat för många arter beroende av både rörligt vatten och land, samtidigt som träd och buskar ger skugga åt vattnet, vilket sänker vattentemperaturen och minskar produktionen hos alger och andra mindre fotosyntesande organismer (Naturvårdsverket, 2014). Vegetationen bidrar även till att tillföra näring i form av främst kol genom att nedfallande löv och växtdelar hamnar i vattnet. Rotzoner och nedfallande ved bidrar även till viktiga gömställen och barnkammare för många arter. Andra funktioner hos ett naturligt vattendrag är att de översvämmas måttligt upp till flera gånger om året, vilket skapar unika miljöer och habitat. Översvämningar är ett naturligt fenomen och många arter, både land-och vattenlevande, gynnas av den extra tillförseln av vatten. Då vattendrag meandrar sig fram håller vattenflödet olika hastighet längs den inre och yttre banken. Detta ger en funktion där sedimentation och erosion sker i jämvikt. Detta skapar en varierad botten med olika typer av substrat, vilket gynnar biologisk mångfald och skapar habitat och lekplatser för många olika arter.

En annan viktig funktion under översvämningar är att vattnet för med sig näringsämnesrika partiklar (främst fosfor), vilka sköljs upp på land för att sedimentera. Detta för bort närsalterna från vattnet och återför dem till land. Ökad biologisk mångfald gör även att ekosystemen i och kring vattnet blir mer stabila och klarar förändring och ”katastrofer” bättre. Detta gör att arter lättare kan återhämta sig om de plötsligt skulle minska kraftigt i antal på grund av både antropologiska och naturliga orsaker. Den totala produktionen i vattendraget gynnas även av en hög biologisk mångfald (förutom vid extremfall som algbloomningar etc.) (Brönmark & Hansson, 2005). Det här ger upphov till ekosystemtjänster viktiga för det moderna samhället. Ökad produktion innebär en högre omsättning av näringsämnen, vilket kan minska övergödningsproblematiken ibland annat Öresund.

2.2 Ett traditionellt kanaliserat dike

Det konventionella dikets huvudsakliga syfte och funktion är att avvatta den omgivande marken så effektivt som möjligt för att marken ska kunna användas för till exempel jordbruk eller bebyggelse. Diket är traditionellt format som en trapetsoid (se Figur 2), med branta kanter och relativt djup botten. Detta ger en ökad risk för ras längs kanterna, vilket kan leda till igentäppning av diket eller att jord sedimenterar och täcker över delar av botten. Då rasmassorna täcker botten i diket blir den homogeniserad. De många olika typer av bottenstrukturer som finns i naturliga vatten täcks över med ler- och jordpartiklar från dikets kanter och många biotoper förstörs.

De flesta diken i Sverige ingår i markavvattningsföretag eller dikningsföretag, där en organisation ansvarar för dikets underhåll. Många diken behöver muddras regelbundet delvis på grund av rasmassorna. Då diket muddras tas ofta det naturliga bottenstrukturer bort, vilket orsakar permanent skada. Detta kan även få allvarliga konsekvenser för bottenhabitat längre ner i diket då slam och bottenstrukturer röras upp och transporteras nedströms för att eventuellt sedimentera och täcka över lekplatser eller gömställen. Diken som muddras tenderar ofta att bli djupare för varje gång de muddras. Detta leder till att dikets kanter blir ännu mer instabila och kan i vissa fall leda till att den omgivande grundvattennivån sjunker. I Figur 3 syns ett nymuddrat biflöde till Höje å. Bråten och partiklarna som ansamlats i diket kan orsaka flödeshinder för diket och kan göra det svårare för fisk att ta sig fram.



Figur 2. De flesta diken har en trapetsoid form med branta kanter.



Figur 3. Dynnbäcken från Staffanstorp (ett biflöde till Höje å). Ån är här nymuddrad (Foto: Truls Olsson).

Många diken saknar helt skuggande vegetation längs dikets kanter, vilket ger växter i vattnet och längs dikets kanter gott om solljus. Då vattnet längs jordbruksmark ofta är mycket näringsrikt kan mindre diken vid låga flöden därför lätt växa igen. Dikningsföretagen ansvarar för att hålla diket fritt och måste därför rensa och muddra igenväxta diken eller där kanterna rasat med jämna mellanrum. Avsaknaden av skuggande vegetation och tillgång på gott om näringsämnen innebär att organismer som snabbt kan ta detta tillvara gynnas. Detta innebär ofta att ett fåtal arter helt tar över. Dessa utkonkurrerar andra växter och tar upp viktigt syre för bland annat fiskar.

Traditionella utdikade diken är grävda för att optimera vattnets flöde. Diken är därför rakare än en naturligt meandrande vattensträcka, vilket tillåter vattnet att uppnå en högre hastighet. Detta innebär att dräneringseffektiviteten ökar. Den ökade vattenhastigheten vid höga flöden orsakar dock större skjuvkrafter längs dikets kanter och botten vilket ökar erosionspåfrestningen. Den raka designen innebär även att vattenhastigheten förblir mer eller mindre den samma i hela diket. Inte högre i den yttre kanten och lägre i den inre som i meandrande sträckor.

2.3 Återkonstruktion och återmeandering

Idag finns det knappt några orörda vattendrag kvar i Sverige. I Skåne har vattendragen präglats av ett ökande behov av odlingsbar mark och krav på mer tillgänglig mark för bebyggelse. Det är inte realistiskt att vattendrag tillåts översvämmas flera gånger om året och inte heller låta åar meandra helt fritt i landskapet. Däremot är funktionerna hos naturliga vattendrag lika viktiga idag som innan vattendragen dikades ut. Det är därför viktigt ta till vara på dessa funktioner. Dessa funktioner är allt från upptagande av näringsämnen och till att bidra med habitat för hotade arter, till att gynna pollinering av omgivande grödor och höja rekreativsvärdet längs en å.

För att ta dessa funktioner till vara kan delar av ett dike restaureras eller återskapas. I många fall kan man relativt lätt avgöra hur den gamla ån slingrat sig fram innan den blivit utdikad. Diket kan då restaureras genom att återkonstruera den gamla fåran. Då avvattningsförmågan hos det restaurerade diket ofta behöver vara den samma som det gamla utdikade, bör den nya åfåran vara omgiven av en buffert-eller kantzon som kan tillåtas översvämmas. Kantzonen bör även innehålla träd för att ge skugga åt vattnet. Skuggan kyler vattnet och ger många arter skydd och gömställen, samtidigt som trädens rötter tar upp näring och ökar hållfastheten hos den omgivande jorden. Bufferzonen kan även agera som ett filter för läckage av näringsämnen och tungmetaller från den omgivande marken, framförallt om ån eller diket är omgivet av jordbruksmark. För att få full effekt av kantzonen bör denna vara minst 10 meter på varje sida av vattendraget (Lindberg & Johansson, 2009).

En restaurering av ett vattendrag innebär inte bara att åns färd genom landskapet återskapas, utan hänsyn måste även ges åt åns botten. Bottensubstratet bör vara varierat, med sandiga partier, partier med större stenar och ved och dy- eller lerbottnar. Bottendjupet bör också i största mån varieras, beroende på hur lång sträcka som återskapas. Varierat bottendjup, där grövre material placeras i grundare sektioner, där vattenhastigheten är högre, och djupare med finkornigt substrat (där hastigheten är lägre) förhindrar att det grövre substratet täcks över med dy och partiklar. Detta ökar livslängden hos den restaurerade sträckans botten och skyddar organismer som lever eller fortplantar sig i sandiga eller grusiga bottnar.

Längs många diken kan den ursprungliga ån lätt ses genom att studera flygfoton. Nordväst om Trolleberg längs Höje å återmeandrades 2010 en sträcka på knappt 780 meter (Ekologgruppen, 2012). Anledningen till restaureringen var att förbättra rekreativsvärdet i området och förbättra den

ekologiska statusen i ån. 2012 gjordes en uppföljning vilken visade att både småöring (*Salmo trutta*) och vuxna individer trivdes bra i den återmeandrade sträckan, vilket med största sannolikhet innebär att de förökar sig där. Även ål (*Anguilla anguilla*) och grönling (*Barbatula barbatula*) hittades i relativt stora kvantiteter. Bottenfaunan hade återetablerat sig snabbt och liknar den som finns i resten av ån. Den snabba etableringen tyder på att det utlagda bottensubstratet gynnar bottenlevande organismer och liknar, eller har samma funktioner som en naturligt förekommande botten, vilket tyder på att restaureringen var lyckad (Ekologgruppen, 2012). I Figur 4 ser man tydligt hur ån slingrade sig fram innan det uträtade diket söder om ån byggdes. I Figur 55 ser man hur ån vid Trolleberg ser ut idag, med den återkonstruerade åsträckan.



Figur 4. Höje å vid Trolleberg 2009 innan sträckan restaurerades. Man ser tydligt hur ån runnit innan den uträtade kanalen grävts. (Bild från Lunds kommun).



Figur 5. Höje å i nuläget. Den gamla åfåran är återställd. I det här fallet valde man även att behålla det gamla räta diket . (Bild från Eniro).

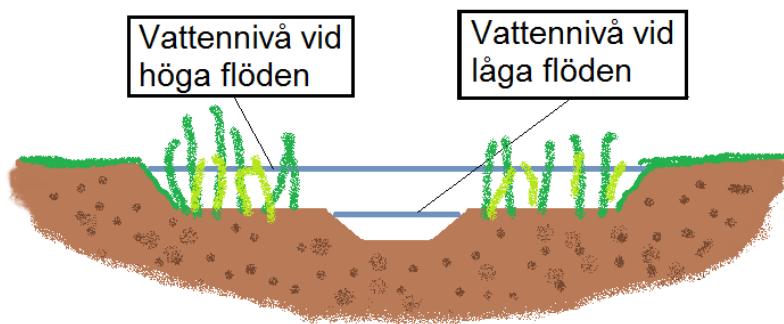
3. Tvåstegsdike

Längs många diken är det inte möjligt att återskapa ett meandrande naturligt vattendrag. Det kan bero på att marken diket är beläget på är värdefull eller att tillräcklig finansiering saknas, eller att den omgivande miljön helt enkelt blivit modifierad till den punkt där ett naturligt vattendrag inte längre passar in. Det är framförallt svårt att anpassa återkonstruerade sträckor till det moderna jordbruket då avvattningsförmågan är för dålig.

För att motverka närsalts- och sedimenttransporten och även förbättra bankstabiliteten hos ett kanaliserat dike kan diket istället göras om till ett tvåstegsdike. Tvåstegsdiket försöker efterlikna svämplanen hos naturliga vattendrag, men i mycket mindre skala. Mittfåran i diket kan även designas för att gynna biologisk mångfald, med varierande bottnar och en tillräckligt hög lägsta vattennivå.

Traditionella avrinningsdiken har en v-formad eller trapetsoid tvärsektion och saknar helt svämplan. På grund av formen, med branta slänter, är dessa diken känsliga för erosion och mindre diken täpps gärna igen, vilket kräver underhållsarbete för att vattnet ska kunna passera fritt. Tvåstegsdiket är istället designat för att ha stabilare slänter och utnyttja konstgjorda svämplan utan att beslagta stora mängder mark annars avsedd för till exempel jordbruk. Diket utgörs av en mindre åfåra (det första steget) som omges av ett större svämplan (det andra steget) (se Figur 6), antingen på vardera sidan om den mindre åfåran eller ett större på ena sidan med en brantare ”traditionell” slänt på den motsatta. Den mindre fåran är designad för normala och små flöden och tillåter vattnet att nå en tillräcklig hastighet för att minimera sedimentation av partiklar och sediment (Witter, et al., 2011). Den mindre fåran måste även vara liten nog för att inte torka ut under torra perioder.

Svämplanen minskar erosionen längs dikets övre kanter under höga flöden genom att öka kapaciteten hos diket. Då svämplanen översvämmas minskar vattnets hastighet och påfrestningar från skjuvkrafter längs terrassernas kanter och botten minskar. Mittfåran bör stabiliseras med vegetation för att minimera risken för erosion.



Figur 6. Schematisk bild över ett tvåstegsdikes tvärsnitt. Terrasserna ska vara totalt fyra gånger bredden av mittfåran. (Bild: Truls Olsson)

Genom att en större volym kan nyttjas i diket vid höga flöden minskar vattnets hastighet i jämförelse med ett konventionellt dike. På grund av skjuvkrafter och friktion kommer vattnets hastighet vara lägst ute vid kanterna av vattendraget (Jordbruksverket, 2013). Detta tillåter näringsrika partiklar att sedimentera längs svämplanen vilket gör näringsämnen tillgängliga för vegetation och andra organismer. Detta minskar utflödet av fosfor och kväve från land till havet. Svämplanen utgör också en miljö där denitrifikation gynnas, vilket ytterligare minskar mängden kväve i vattnet (Wetzel, 1983).

De flackare slänterna hos ett tvåstegsdike minskar inte bara bankerosionen, utan förenklar även lättare underhåll av diket. Svämplanen kan designas så vanliga jordbruksmaskiner kan komma åt och rensa övervuxen vegetation eller slam då det behövs. Slänterna blir även säkrare för barn och djur om tvåstegsdiket skulle placeras i till exempel ett bostads- eller rekreationsområde.

Tvästegsdiken lämpar sig inte för alla vattensträckor. Enligt länsstyrelsen i Västra Götaland bör diket vara minst en kilometer långt och vara påverkat av bankerosion och skred. Diket bör även vara belagt i åker- eller någon form av brukad mark (Länstyrelsen västra Götalands län, 2015). För att diket ska löna sig ekonomiskt bör det inte vara för djupt och även ha intilliggande mark där dikesmassor kan avlastas. Andra faktorer som gynnar en konstruktion av tvåstegsdike är; diket översvämmas ofta, diket ligger uppströms recipienter känsliga för näringsämnen och att diket inte hindras av någon form av uppdämning (Länstyrelsen västra Götalands län, 2015). På grund av

svämplanen hos tvåstegsdikena tar dessa även upp mer markyta än vanliga, traditionella diken. En fingervisning är att den extra markåtgången är ungefär 0,5 till 1 hektar per kilometer åsträcka, vilket kan vara svårt att avsätta för markägare (Tvåstegsdiken - Hur, Var, Varför, 2013). Extra markanvändning beror naturligt vis på dikets storlek.

3.1 Viktiga funktioner

Ett tvåstegsdike kan beroende på hur det designas fylla många av viktiga funktioner normalt förknippade med naturliga vattendrag, samtidigt som den hydrauliska kapaciteten förblir hög som hos vanliga diken.

Dessa funktioner är:

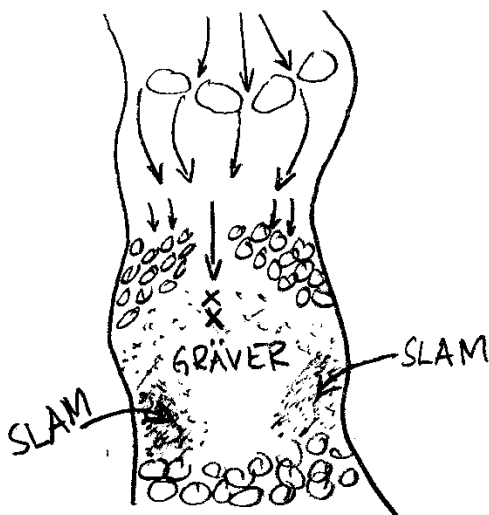
- I. Biologisk mångfald
- II. Minska halten näringsämnen i vattnet
- III. Ökad dräneringskapacitet
- IV. Minskad bankerosion
- V. Minskat underhåll av diket

I. Biologisk mångfald

Tack vare de kontrollerade översvämningarna över svämplanen skapas betydligt fler biotoper i vattendraget, vilket gynnar biologiska mångfalden. Då svämplanen är lätt översvämmade liknar de en våtmark, vilket attraherar många olika typer av fåglar och andra arter. Vattenhastigheten, under högt flöde varierar mycket i ett tvåstegsdike, där vattnet i mitten av diket är betydligt snabbare än ute vid kanterna av svämplanen (Jordbruksverket, 2013), detta skapar olika miljöer för många specialanpassade växter och djurarter. Vattentåliga träd och buskar kan planteras i eller längs det andra steget av tvåstegsdiket. Växternas rötter hjälper till att stabilisera dikets kanter och minskar erosionen och växterna hjälper till att skugga vattendraget. Beroende hur man väljer att plantera växterna kan de få olika funktioner. Planteras växterna längs diket kan man lättare skugga vattnet, vilket sänker temperaturen och minskar produktiviteten i vattendraget, vilket i sin tur minskar risken för att det växer igen. Fisk och andra organismer gynnas också av den lägre produktionen då vattnet blir svalare och syrerikare (Fiskevårdsnätverket Göteborg, 2015), (Ghermandi et al., 2009). Dock kan träden locka till sig rovfåglar och likanade. Detta är dock i många fall önskvärt då stora rovfåglar är positivt för artrikedomen och ger ett intryck av

ett levande landskap. Planteras växterna istället i det andra steget av tvåstegsdiket kommer detta istället orsaka en lägre flödeshastighet då svämplanen är översvämmade vilket ökar uppehållstiden av vattnet i diket (Jordbruksverket, 2013). Detta orsakar dock mindre produktion och näringsreduktion från mindre växter då dessa får lite ljus. Det är därför viktigt att göra utredningar för att ta reda på vad som är bäst lämpat för platsen där man vill implementera tvåstegsdiket.

För att optimera den biologiska mångfalden och efterlikna naturliga vattensträckor måste tvåstegsdikets mittfåra ha en varierad botten. Längs sträckor med grövre bottensubstrat måste vattenhastigheten låtas vara tillräckligt hög för att bottensubstrat så som sten och grus inte täcks över av finare sediment. Lera, mo och andra små partiklar kan täcka lekplatser för fisk och därmed kväva äggen och förstöra viktiga habitat för bottenlevande organismer (Degerman, 2008). Vattenhastigheten kan bara påverkas med dikets lutning längs kortare sträckor. För att uppnå samma funktioner som ett levande vattendrag i mån av artrikedom bör därför särskilda områden i diket konstrueras för lekande fisk och andra akvatiska organismer, gärna längs skuggade partier (Fiskevårdsnätverket Göteborg, 2015). Dessa partier gynnas även av större stenar och grenar. Dessa "hinder" fungerar som viktiga gömställen och skydd för många arter, framförallt strömlevande fisk, för öring till exempel kräver lekplatser ett vattendjup på 50-100 cm, vattenhastighet på minst 20 centimeter i sekunden och en grusig botten. För att lokalt skapa sådana miljöer i ett tvåstegsdike med begränsad lutning kan man placera stenar i form av ett v. Detta fungerar som en tröskel där vattnet kan forsa över och gräva "höljor" där vattenhastigheten ökar (Fiskevårdsnätverket Göteborg, 2015). Slam sedimenteras därmed längs sidorna där vattenhastigheten är lägst och grus och sand kan placeras i mitten av v-et, för öring att leka i. En sådan design kan ses i Figur 7.



Figur 7. I grunda och breda diken eller åar kan stenar placeras i en spets mot strömmen för att fånga upp sediment så de inte sedimenterar i lekgruset. Flödet ökar i mitten av spetsen, vilket låter vattnet "gräva" en grop. I gropen kan örting leka. Sediment och slam sedimenterar längs kanterna där vattenhastigheten är betydligt lägre (Gran & Qvarnström, 1999). (Bild: Truls Olsson).

II. Minska halten näringsämnen i vattnet

Då den inre åfåran svämvas över minskar vattnets hastighet i och med att diket blir bredare. Detta ökar vattnets uppehållstid, vilket tillåter växter och andra organismer i vattendraget att ta upp näringsämnen från vattnet, vilket minskar övergödningen. Näringsrika partiklar kan även sedimentera på svämplanen, där de kan tas upp av växter.

Vegetationen längs svämplanen bidrar med ekosystemtjänster, inte bara genom ökad biologisk mångfald och ökad rekreativsvärde, utan även effekter på kvalitet och vattenkemin. För bäst resultat gällande näringsreduktion bör terrasserna vara översvämmade så stor del av året som möjligt, vilket skapar en våtmarksliknande miljö. Vegetationen tar upp näringsämnen samtidigt som svämplanen, då de är översvämmade skapar en miljö för denitrifikation. För att denitrifikation ska kunna ske måste det finnas tillgång till organiskt material. Det kan därför dröja ett par säsonger efter tvåstegsdikets konstruktion för att denitrifikationen ska ta fart, då det översta organiskt materialrika lagret jord normalt sett blir bortschaktat. Svämplanens närsaltsupptagande effekt kan dock bara utnyttjas under höga flöden då diket är våtlagt. I Sverige är flöden i vattendrag och diken normalt lågt under våren. Som tur är sammanfaller detta normalt sett med att även kvävehalterna är relativt låga. Under hösten är dock kvävehalterna högre i

vattnet och de höga höstflödena orsakar svämplanen att översvämmas och låter denitrifikation ske så vattnet kan renas från kväve då behovet är som störst (Ekologgruppen, 2014).

En amerikans studie av D'Ambrosio och Witter visade då de undersökte fem tvåstegsdiken genom att mäta kväve och fosfor uppströms och nedströms tvåstegsdiket, att kväve minskade med 1-45 procent. Fosfor minskade i studien med mellan 10 till 40 procent. I kontrolldiket i försöket ökade istället kväve och fosfor med cirka 100 procent (D'Ambrosio & Witter, 2009). Det här visar tydligt att tvåstegsdiken är betydligt mer effektiva på minska näringsämnen i vattnet än traditionella diken.

Enligt VISS bör en meter tvåstegsdike rena ungefär 0,1 kg kväve och 0,012 kg fosfor per år (VISS, 2015). Den här datan är förmodligen den som bäst representerar ett förväntat resultat från Höje å, men bör ändå ses som ett fingervisningsmått och inte hårda siffror, då många olika faktorer spelar roll, till exempel organiskt material tillgängligt i jorden, årsflöden, underhåll, artkomposition, dikets storlek etc.

III. Ökad dräneringskapacitet

Svämplanen ökar kapaciteten hos diket och okontrollerade översvämningar över dikets kanter blir ovanligare beroende på för vilka flöden det översta steget designas för.

Görs det översta steget tillräckligt stort ger den ökade kapaciteten även ökad uppehållstid för vattnet i landskapet, vilket innebär att åsträckan nedströms får en flödesbuffert då inverkan av flödet uppströms blir mindre och jämnare. Detta minskar risken för översvämning längre ner i vattendraget, utan ingrepp för att ytterligare öka den hydrauliska kapaciteten nedströms.

IV. Minskad bankerosion

Då vattnet rinner i mittfåran är flödet inte tillräckligt högt för att orsaka betydande erosion. Bankerna förstärks även ytterligare av vegetation som till exempel gräs. Under höga flöden ger den ökade flödeskapaciteten, och de grunda, breda terrasserna lägre vattenhastighet. Tack vare detta är skjuvkrafterna på dikets kanter och botten mindre än i ett traditionellt dike. Mittfåran påverkas fortfarande av samma påfrestningar som ett traditionellt dike, men de lägre kanterna och stabiliserande vegetation ger bättre integritet. Då terrasserna svämmas över kan även partiklar och sediment sedimentera på

dessa. Detta minskar sedimenttransporten i vattendraget, vilket skyddar botten och habitat nedströms diket.

I Figur 8 kan ett nykonstruerat tvåstegsdike ses. Här valde man att behålla delar av den gamla dikeskanten för att ta vara på den befintliga gräsbevuxningen. Gräsets rötter hjälper till att stabilisera mittfårans banker och minska ras och erosion innan ny vegetation etablerat sig.



Figur 8. Nykonstruerat tvåstegsdike i Åkra, Nyköping. Här har den gamla botten och delar av det gamla dikets banker bevarats för att ge ökat ras- och erosionskydd innan ny vegetation hunnit etablera sig (Logardt, 2015).

V. Minskat underhåll

Konstruktionskostnader för tvåstegsdiken är högre än för vanliga diken, då mer jord måste schaktas bort. Är diket korrekt konstruerat kommer dock underhållskostnaderna gå ner, framförallt om skuggande vegetation planteras längs diket och tillåts skugga vattenfåran (Ekologgruppen, 2014). Den skuggande vegetationen måste dock hållas så den inte skuggar svämplanen, då erosionsproblem kan öka på grund av minskad gräsbevuxning.

Det minskade underhållet beror främst på:

- Minskad erosion i diket.
- Ökad tvärsnittsarea och volym i diket vilket tillåter mer vegetation och sediment innan dikets funktion påverkas.
- Vattenhatstigheten på terrassen blir låg och skapar mindre erosion.

De flackare slänterna hos tvåstegsdiket kan även anses vara säkrare för barn och djur än traditionella diken. Det kan därför vara ett alternativ att placera ett tvåstegsdike längs planerade rekreationsområden eller betesmarker (Ekologgruppen, 2014).

Vegetationen i sig kan sedan användas för energiskogs- eller biogasproduktion (Naturvårdsingenjörerna AB, 2011). Dikets övre kanter kan designas för att låta vattnets hastighet minska genom att dikets volym ökar, vilket även sänker vattennivån i förhållande till ett traditionellt dike. Den minskade hastigheten ökar sedimentationen och minskar turbiditeten i vattendraget. Då fosfor generellt är bundet till partiklar kan denna ansamlas på svämplanen då partiklar sedimenterar och svämplanen skulle kunna fungera som en fosfordamm (Johansson & Kynkäänniemi, 2012), (Jordbruksverket, 2013). Problemet med att fosfor ansamlas på svämplanen blir att för att full effekt ska erhållas krävs regelbundna rensningar av svämplanen, där det översta jordlagret grävs bort. Jorden skulle sedan i bästa fall kunna användas som matjord, tack vare de höga halter av fosfor som anrikats (Lindmark, 2015).

Dikets kanter är också lägre i jämförelse med ett traditionellt dike. Detta ökar integriteten hos dikets kanter, vilket minskar erosionen.

För att få ut bäst möjliga näringsreduktion i diket måste inte bara den skuggande kringväxande vegetationen skördas. Även vegetationen på terrasserna måste skördas för att slippa näringsläckage och näringsmättnings i terrasszonen. Skördas inte vegetationen riskerar även diket att växa igen. Det är viktigt att det översta växtlagret plockas bort utan att rötterna skadas, då dessa påskyndar etableringen av ny tillväxt och näringsupptag. Rotzonerna är även ofta bra miljöer för denitrifiering och innehåller höga halter organiskt kol, som behövs för att växterna ska kunna ta upp kväve och fosfor. Den här skörden skulle kunna nyttjas för ekonomisk vinning genom att den skördade vegetationen nyttjas till energiproduktion.

Den bästa tiden för skörd är under våren då vattennivåerna i diket normalt är lågt. Under våren kan jordbruksmaskiner och människor lättare komma åt och arbeta på terrasserna och nya växter som gynnar näringsretentionen i diket kan snabbt återetablera sig (Jordbruksverket, 2013).

Underhåll i diket bör göras då vegetation i diket ger upphov till ökad vattennivå eller tuvbildning eller ojämn vegetation på terrasserna, vilket kan leda till kanalbildning. Detta kan ge upphov till oönskad erosion eller att mittfåran inte får tillräckligt med vatten under torrperioder. Diket bör även rensas om dräneringsrör är eller hotas bli igentäppta av sediment eller vegetation, eller om ras som hotar dämna upp mittfåran har skett.

Slutligen bör vegetation avlägsnas minst en gång per år för att avlägsna näringsämnen.

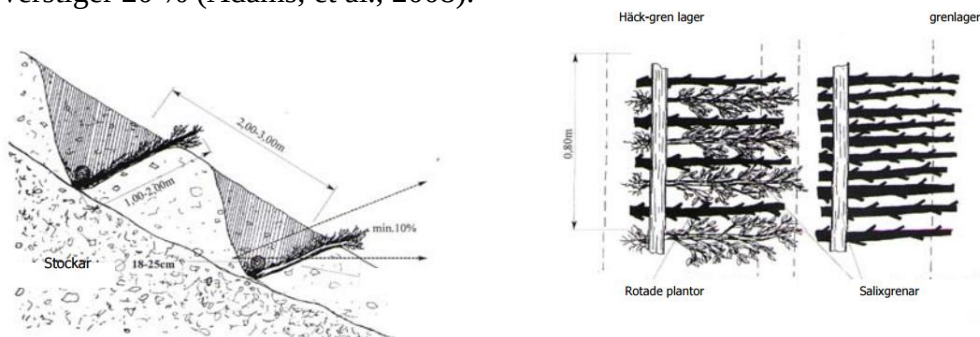
3.2 Tvåstegsdikets design

Enligt Amerikanska NRCS bör en tumregel för dimensionering av svämplanen vara att dessa är totalt cirka fyra gånger bredden av mittfåran. Görs svämplanen mindre riskerar bankerna utsättas för en ohållbart hög erosionspåfrestning vid höga flöden. Görs svämplanen istället för stora kan diket under höga flöden börja visa oönskade meandrande tendenser längs bankerna på det översta steget. Detta kan orsaka ras och leda till att dikets livslängd förminskas (Natural Resources Conservation Service, 2007). NRCS rekommenderar att mittfåran är stor nog för att klara flöden med återkomsttid på två år (Natural Resources Conservation Service, 2007). Dessa rekommendationer är dock främst framtagna för att minska inverkan av erosion på vattendraget och skydda åkermark från översvämningar. Vill man istället fokusera på att minska näringsämnen i diket bör svämplanen vara översvämmade så ofta som möjligt, främst på hösten (Ekologgruppen, 2014). En metod för att dimensionera mittfåran är att undersöka varaktighetsdiagram för sommarflöden och därefter dimensionera mittfåran enligt medelflödet eller sommarflödets 75 procent percentil. Detta innebär att mittfåran svämmas över 25-50 procent av sommaren (Jordbruksverket, 2013). Det övre diket bör designas för att klara flöden som har en återkomsttid på minst 10 år, beroende på hur viktigt vattenreglering i området är.

För att gynna den biologiska mångfalden i diket för främst träd och buskar bör vattenytan ligga precis under terrasserna så växter får tillräckligt med vatten, men inte blir dränkta. Detta kan vara bra att ta hänsyn till i områden som är främst riktade mot rekreation. Låter man istället terrasserna svämmas över under större delen av året skapas en miljö som gynnar många växter som förknippas med våtmarker. För bredast artrikedom bör svämplanen översvämmas ofta, samtidigt som de tillåts vara torrlagda med jämna mellanrum. Detta skapar en semiakvatisk miljö och gynnar både landlevande och akvatiska arter, samtidigt som förutsättningar för denitrifikation skapas. Mittfårans konstruktion är främst viktig (ur artrikedomssynpunkt) för det akvatiska livet i diket. Fåran måste vara smal och djup nog för att hålla en viss vattennivå även under torra perioder (Jordbruksverket, 2013).

Längs vissa sträckor är det inte lämpligt att ha svämplan på båda sidor om mittfåran. Här kan man istället göra en dubbelt så stor terrass på ena sidan och en brant dikeskant på andra. Detta skapar naturligtvis problem med erosion på den branta banken. För att stabilisera banken kan ekologiska lösningar tillämpas. Fasciner, eller häck-grenlager kan planteras längs slänten

och rotsystemet hos växterna stabiliserar slänten och skuggar även vattendraget, utan att skugga terrassen på motsatt sida. Detta ger vegetation på den större terrassen obehindrad tillgång på sol, vilket ökar produktionen och ökar närsaltupptaget. Fasciner kan beskrivas som flätade ”rep” av levande sticklingar av till exempel salix (vide eller pil) (se Figur 9). De levande sticklingarna gror relativt snabbt och skapar ett rotsystem som håller ihop och stabiliserar jorden fascinen planteras i. Den här lösningen är billig och kräver lite underhåll. Fasciner ger bäst resultat om bankslutningen överstiger 20 % (Adams, et al., 2008).



Figur 9. Principskiss av fasciner. Fasciner fungerar bäst där bankslutningen överstiger 20 %. Bild från SGU (Lundström & Andersson, 2008).

3.3 Ekonomiska aspekter

Som tidigare i rapporten nämnts är tvåstegsdiken effektiva på att minska närsaltsnivåer i ån, men hur ter tvåstegsdiken sig mot artificiella våtmarker och fosfordammar? Enligt databasen VISS har alla tre lösningar en livslängd på ungefär 25-30 år (VISS, 2015). Då en kilometer tvåstegsdike kräver ungefär en hektar mark i anspråk (Tvästegsdiken - Hur, Var, Varför, 2013), kan dessa lösningar jämföras (se Tabell 1).

Tabell 1. En kilometer tvåstegsdike jämfört med en hektar våtmark (våtmark I: artificiell våtmark; våtmark II: Våtmark ämnad för näringsretention) och fosfordam. Reduktionerna och skötselkostnader avser per år, men tar inte hänsyn till inflation eller ränta. All data hämtad från VISS (VISS, 2015).

Åtgärd	Kväve	Fosfor	Konstruktion	Skötselkostnad	Tot. 25 år
Tvästegsdike	100 kg	12 kg	822 000 kr	6 000 kr	972 000 kr
Våtmark I	90 kg	18 kg	3 750 000 kr	600 000 kr	18,75 milj. kr
Våtmark II	200 kg	5 kg	230 000 kr	1 650 kr	271 250 kr
Fosfordam	675 kg	68 kg	600 000 kr	12 000 kr	900 000 kr

Enligt data hämtat från VISS i Tabell 1 är tvåstegsdiken något sämre, men jämförbara med olika typer av våtmarker i kostnadseffektivitet gällande näringsretention. I jämförelse med våtmarker har tvåstegsdiken dock många fördelar. Mark som tas i anspråk sprids ut längs hela dikessträckan och tvåstegsdiken kan konstrueras i strömmande vatten, vilket gynnar bland annat migrerande fisk. Alla värden och kostnader i Tabell 1 är enbart för jämförelser mellan olika åtgärder och ska tas med en nypa salt, då många faktorer spelar in på kostnad och näringsretention.

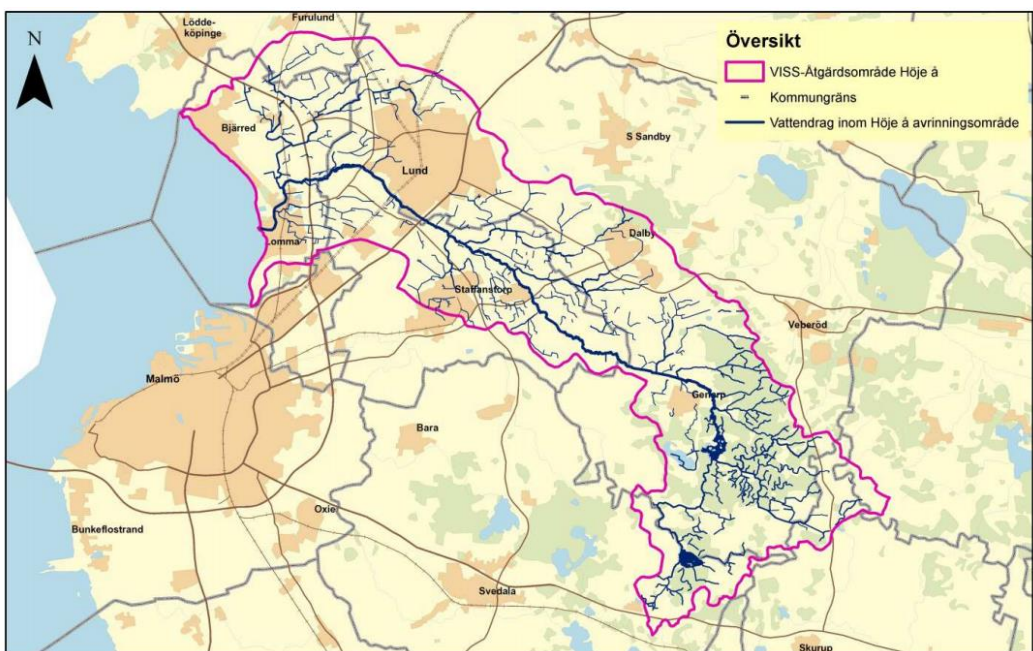
För att till fullo uppskatta tvåstegsdikens värde och effektivitet måste så kallade ekosystemtjänster tas i beaktning. Enligt *The Economics of Ecosystems & Biodiversity* (TEEB) är definitionen av ekosystemtjänster:

”The direct and indirect contributions of ecosystems to human well-being” (TEEB, 2010).

2015 gjorde Höje å vattenråd en sammanställning över ekosystemtjänster och deras värdering (Nilsson & Johansson, 2015). Enligt sammanställningen ansågs vattenreglering, vattenrening, näringsretention och erosionskontroll vara de viktigaste ekosystemtjänsterna. Enligt Nilsson och Johansson skulle ett tvåstegsdike kunna generera 61-193 % av anläggningskostnaden i form av mervärde uppnått genom enbart dessa fyra ekosystemtjänster. Ekosystemtjänsterna kan alltså generera uppmot dubbla anläggningskostnaden i mervärde. Utöver detta uppnås större biologisk mångfald och bättre förutsättningar för jakt, fiske och friluftsliv och om växter planteras längs slänterna skapas habitat och spridningsvägar för många pollinerande insekter, vilket leder till bättre skördar (Jordbruksverket, 2014).

4. Studieområde: Höje å

Höje å är cirka 35 kilometer lång och rinner från Håckebergasjön i Genarp genom Staffanstorps och Lund för att mynna ut i Lomma norr om Malmö (se Figur 10). Ån flyter genom en till större delen öppen dalgång bestående av betesmarker, dammar och buskmarker och övergår efter Värpinge till ett flackt odlingslandskap (Tekniska förvaltningen Lund, 2012). Marken består till största delen av moränlera vilken har en ungefärlig lerhalt på 15 % (Ekologgruppen, 2007). Detta gör att odlingsmarken är bland den bästa i världen och den mesta jordbruksmarken runt Höje å är av klass 10, det vill säga den högsta klassen (Holmer, 2013).

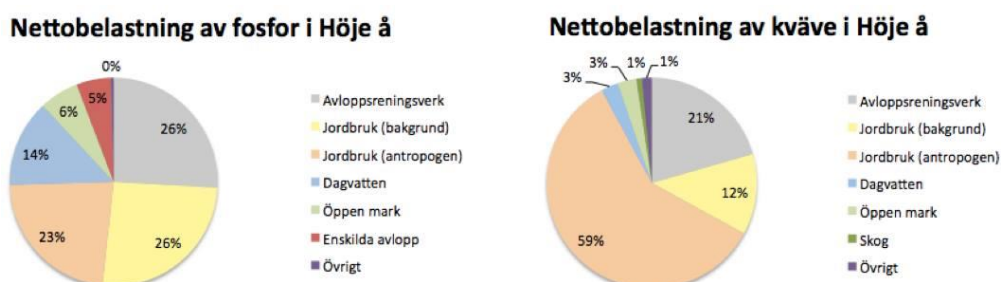


Figur 10. Höje ås avrinningsområde (Thiere & Johansson, 2013).

4.1 Antropologisk inverkan

Avrinningsområdet består främst av jordbruksmark (62 %) och urbana eller bebyggda områden utgör cirka 11 %. (Johansson, 2015). Den stora andelen ”antropologisk” mark resulterar i att den antropologiska påverkan på ån är mycket betydande. För att avvattna jordbruksmarken har ån rätats och dikats ut. Det här har orsakat en kortare uppehållstid för vattnet i landskapet, vilket inte bara påverkat jordbruket positivt i området genom ökade

jordbruksarealer, utan även minskad näringsupptagning i vattnet innan det når havet. Det minskade näringsupptaget och dessutom användandet av moderna gödningsmedel och konstgödsel i åkermarken intill ån är en betydande faktor för övergödningen i Öresund. I Höje å står jordbruket för cirka 70 % av kväve- och 50 % av fosforbelastningen (se Figur 11). Genom åren har ett flertal projekt för att främst öka vattenkvaliteten i ån genomförts, men den ekologiska statusen är fortfarande låg. Den totala näringstransporten från Höje å till Öresund var under 2014 516 ton kväve och 10 ton fosfor (Ekologgruppen, 2014).



Figur 11. Nettobelastning av de två viktigaste närsalterna, fosfor och kväve, i Höje å (Svenska MiljöEmissionsData, 2015). (Upphovsman: Therese Hernvall).

Eftersom stora delar av marken runt ån utnyttjas av människor leder översvämningar ofta till stora ekonomiska förluster. I Lomma har man särskilt stora problem, där översvämningar hotar bostadsområden, framför allt om höga flöden i ån skulle sammanfalla med höga havsnivåer (Wettemark, et al., 2009).

Lund har en stor påverkan på ån. Reningsverket vid Källby står för 15-20 % av kvävebelastningen och cirka 30 % av fosfortransporten till ån (Ekologgruppen, 2014), dessutom leds stora delar av Lunds dagvatten mer eller mindre oförhindrat till ån. Tillförseln av dagvatten ger inte bara ökade flöden i ån under regn, vilket ökar översvämningsrisken nedströms Lund, utan dagvattnet för även med sig stora mängder partiklar och suspenderat material. Dessa partiklar kan ha mycket negativa effekter på organismer i ån. Partiklarna riskerar inte bara att sedimentera över viktiga lekplatser för fisk och försämma siktdjupet i ån, utan kan även innehålla giftiga ämnen och tungmetaller. I Figur 12 nedan syns en planeringskarta över dagvattenutsläpp till Höje å från lund.



Figur 12. Planeringskarta över dagvattensavledning från Lund. De röda prickarna i de blå cirkelarna motsvarar partiklar och suspenderat material per volymenhet. (Bild från Lunds kommun).

Även utan dagvattensystem hade vattnet från Lund tillslut nått ån. Det som gör dagvattensystemet till ett problem är att vattnet släpps ut i ån oförhindrat då urbana miljöer avvattnas mycket snabbare än naturliga. Dagvattnet fördelas inte heller jämt på hela ån som angränsar till staden, utan leds ut ansamlad till specifika utlopp längs ån (se figur 13).



Figur 13. Utlopp för dagvatten i Värpinge (västra Lund). Bilden är tagen i slutet av januari vid högt flöde. Vattnet är fullt av suspenderat material, vilket ger vattnet den grumliga grå färgen. (Foto: Truls Olsson)

4.2 Hydromorfologi

Under de senaste 150 åren har ån blivit utdikad och kanaliserad på flera ställen och åsträckan har jämfört med för 200 år sedan minskat med 50 %, samt förlorat upp till 90 % av närliggande våtmarker (Johansson, 2015). Många uträtade diken har branta kanter och lider av erosionsproblem och ras. Detta bidrar dels till övergödningen då jordpartiklar innehåller mycket fosfor, men även till oönskat underhåll av diken.

Ån tillåts inte meandra fritt på mer än ett fåtal olika platser och då upp till 75 % av den omgivande marken nyttjas på olika sätt av människor (Johansson, 2015), är vegetationen kring ån mycket begränsad. Partier med skuggande träd och buskar återfinns på ett begränsat antal lokaler och är mycket viktiga för bland annat fisk i ån (Degerman, 2008). Då ån snabbt avvattnas är vattennivån i ån mycket beroende av väder och årstid. Vid torra perioder kan vattennivån på sina ställen vara tillräckligt låg för att försvåra livsförhållanden för vattenlevande organismer och under våta perioder

svämmas ofta ån över. Dessutom står lokala reningsverk som det vid Källby för ett ständigt tillflöde av kväve- och fosforrikt vatten. Under torra perioder kan detta tillflöde vara ett viktigt tillskott av vatten, men den dåliga kvaliteten kan ge upphov till algbloomingar och orsaka igenväxning.

Som tidigare nämnt leds stora mängder dagvatten oförhindrat ned till ån. Detta kan ge problem då vattennivåerna redan är höga i ån. Det snabba tillskottet av dagvatten ger ”forsar” av stora mängder vatten som kan leda till översvämningar längre ner i ån.

I Lomma påverkas åns vattennivå inte bara av mängden vatten uppströms, utan även av havsnivån. Sammanfaller kraftiga regn med högt vattenstånd i havet riskerar stora delar av byn att översvämmas.

4.3 Ekologisk status

På grund av den påtagande antropologiska inverkan längs Höje å är vattenkvaliteten i mån av näringsämnen till största delen dålig. Hela ån, samt åns mynning i Öresund lider av övergödningssproblem med algbloomingar och låga syrehalter i vattnet. Miljögifter som tungmetaller, industriella föroreningar och bekämpningsmedel är ett problem i hela Höje å och ån riskerar att inte uppnå god status för vattenkemi. Det här leder till att grundvatten och vattentäcker riskerar att bli kontaminerade, vilket i sin tur direkt påverkar människor som nyttjar vattnet för dricksvatten eller bevattning. I dagsläget (2015) riskerar tre fjärdedelar av grundvattnet i Höje ås avrinningsområde att inte uppnå god status för vattenkemi (Höje å vattenråd, 2015).

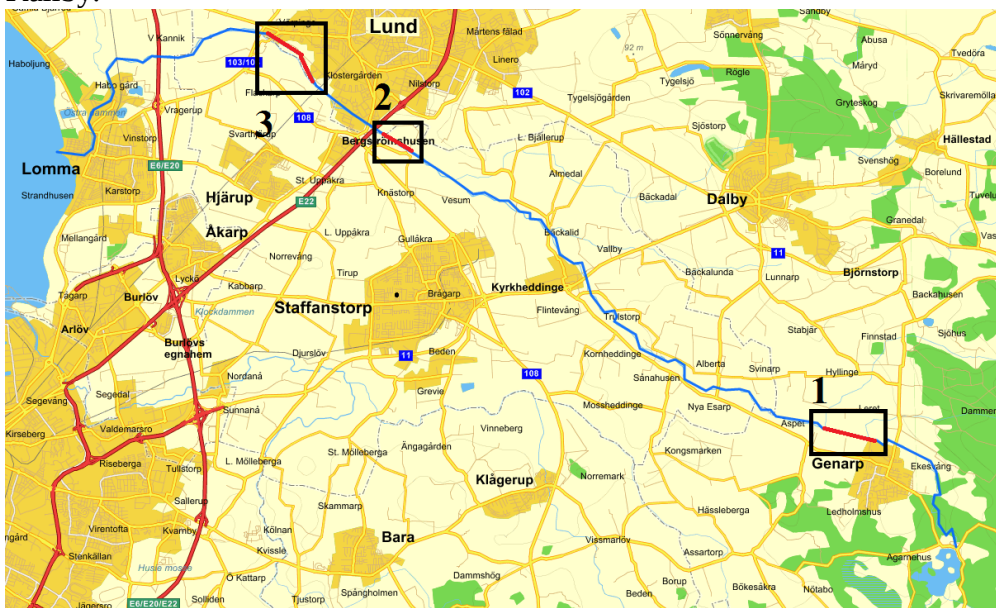
Den ekologiska statusen enligt 2014 års studie av Ekologgruppen, är dålig från Källby till utloppet och måttlig till otillfredsställande uppströms (Ekologgruppen, 2014). I ån finns öring, vilken är en viktig art för sportfiskare. Det finns även ål och den ovanliga tjockskaliga målarmusslan (*Unio crassus*). Alla dessa arter är viktiga ur både ekonomisk och ekologisk synpunkt, och bör skyddas. Förutom övergödning och närvaron av miljögifter leder kraftigt modifierade habitat till försvårade förhållanden för dessa viktiga arter. Erosionsproblem och ras från instabila banker längs utdikade sträckor för med sig sediment som täcker lekplatser. Brist på skugga från träd och buskar leder till ökad vattentemperatur och mer produktion från alger i det näringsrika vattnet, vilket påverkar siktdjup och syrehalt i vattnet, och under torra perioder kan vattennivån längs vissa sträckor i ån bli oroväckande låg.

4.4 Vad behöver göras?

Höje ås miljöproblem som övergödning, dålig vattenkvalitet och förlorade habitat för många viktiga arter bottnar till stor del i den kraftiga fysiska inverkan på ån. Ån är i dagsläget homogeniserad och uträtad och lider av erosionsproblem. För att förbättra dessa problem krävs att gamla diken ses över och renoveras för att få samma eller likvärdiga funktioner som ett naturligt vattendrag. Ån måste bli mer varierad med partier där vattnet tillåts strömma med relativt hög hastighet, för att behålla sand och grus som bottensubstrat, men även partier med långsammare vatten där sediment och partiklar kan sedimentera. För att kunna fortsätta bruka marken kring ån kan naturligtvis inte alla diken göras om till naturliga vattendrag, utan fokus bör ligga på att återställa eller förbättra punktområden. Dessa punktområden kan vara lekplatser för fisk, där näringsläckaget från åkermark är stort eller där markvärdet inte är så högt. Funktioner som bör prioriteras är erosionskontroll, återinförsel av habitat för öring och tjockskalig målarmussla för att förbättra den biologiska mångfalden i ån och näringsretention. Den sistnämnda kan uppnås genom att näringsrika partiklar och sediment tillåts sedimentera, eller genom att konstruera någon form av våtmark eller fosfordam.

5. Förslag för Höje å

För att få störst verkan av ett eventuellt ingrepp (för förbättrad vattenkvalitet) bör en åtgärd göra så högt upp i åns flöde som möjligt så näringsämnen hinner tas upp innan de når havet. Större åtgärder nära mynningen vid Lomma är därför uteslutna. För att lösa översvåmningsproblematiken behövs många olika lösningar. Regnen 2007 motsvarade ett flöde med återkomst tid på 25-50 år (SWECO, 2011), vilket kan tas i beaktning då diken återskapas. Det är dock orealistiskt ur ekonomisk synpunkt att dimensionera ån efter så ovanliga händelser. I det här stycket kommer därför vattenkvalitet vara i fokus. Framförallt tre sträckor lämpar sig för konstruktion av tvåstegsdike. Dessa presenteras nedan i figur 14, där sträcka 1 är Genarp, 2 Knästorp och 3 Källby.



Figur 14. Överblickskarta över föreslagna sträckor lämpade för tvåstegsdike.

5.1 Genarp

Enligt rapport 76:2011 från myndigheten för samhällsskydd och beredskap löper området strax väster om Genarp en måttlig risk för översvämning (MSB, 2011). Höje å startar precis söder om Genarp från Håckebergasjön och sträckan mellan Genarp och Svinarp är kraftigt kanaliserad (se Figur 15). Sträckan är omgiven av nästan uteslutande lerig jordbruksmark. Detta gör den här sträckan lämpad för någon form av vattenkvalitetsförbättrande

åtgärd. Den leriga marken är stabil nog för de dubbla bankerna hos tvåstegsdiket (Vollmer-Sanders, et al., 2012) och kan med hjälp av stabiliserande vegetation ge mycket bra erosionsskydd. Den översvämningsriskbelagda utdikade sträckan är ungefär 2,5 kilometer och hela, eller en större del av diket lämpar sig därför bra rent storleksmässigt för ett tvåstegsdike (Länstyrelsen västra Götalands län, 2015). Enligt data från VISS i tabell 1 skulle, om hela den här sträckan utnyttjas för tvåstegsdike, vattenkvaliteten kunna förbättras med ungefär 30 kg fosfor och 250 kg kväve om året (VISS, 2015). Då det totala näringsläckaget från Höje å till Öresund under 2014 var 516 ton kväve och 10 ton fosfor (Ekologgruppen, 2014), skulle ett tvåstegsdike utanför Genarp potentiellt sett kunna minska det totala flödet av kväve med 0,05 procent, och fosforflödet med 0,3 procent. Tvåstegsdiket skulle vara en bra investering för både bättre vattenkvalitet i hela ån och för att skydda den lokala jordbruksmarken från översvämningar, men det finns en risk att den ökade vattenkapaciteten ger ökade översvämningsproblem längre ner i flödet. Det är därför viktigt att även överväga ingrepp längre ner i Höje å.

Åtgärder för förbättring av habitat för öring behöver inte prioriteras i Genarp, då öringen har svårt att ta sig så här långt upp i ån. Önskade funktioner hos tvåstegsdiket ska istället vara näringsretention, erosionsskydd och ökad kapacitet vid höga flöden. Ett tvåstegsdike hade därmed minskat skötselkostnaderna för diket.

Enligt tvärsektioner av diket i området är dikets botten cirka 2 meter bred och dikeskanternas lutning 22°. Dikets fall är cirka 0,000921. Enligt Ekologgruppen är åns medelflöde 3,1 kubikmeter i sekunden vid mynningen i Lomma (Ekologgruppen, 2014). Då avrinningsområdet i Genarp är 42 procent av avrinningsområdet vid mynningen bör medelflödet utanför Genarp vara cirka 1,3 kubikmeter i sekunden (SWEKO, 2010). Om ett Manningstal på 15 (lämpligt för diken) används kan man med hjälp av Mannings ekvation räkna ut hur stor mittfåran ska vara.

Mannings ekvation:

$$Q = A * M * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S}$$

Q är flödet, A dikets tvärsnittsarea, M Mannings tal (för enkelhetens skull antas M för ett dike vara 15, men skulle i verkligheten variera från dike till dike beroende på jordmån, vegetation etc.), R den hydrauliska radien hos diket och S är dikets fall i landskapet.

Om diket designas för medelflödet blir mittfåran cirka 65 centimeter djup och 5 meter bred vid toppen. Om rekommendationerna från NRCS följs blir den totala bredden på terrasserna då 20,5 meter. Då det gamla diket är cirka 10 meter brett kommer ett tvåstegsdike längs hela sträckan på 2,5 kilometer kräva 3,5-4 hektar mer mark (Natural Resources Conservation Service, 2007).



Figur 15. Höje å från Häckebergasjön precis utanför bild till Svinarp. Man ser tydligt att ån blivit kraftigt kanaliserad i jordbruksområdet mellan Genarp och Svinarp. Tvåstegsdike föreslås för den markerade sträckan.

Ett annat alternativ för sträckan mellan Genarp och Svinarp är att återmeandra ån. I Figur 16 ser man hur ån längs Genarp såg ut på 1800-talet enligt Skånska rekognosceringskartan. Här syns tydligt hur ån meandrar och marken närmst ån är våt och inte lämplig för jordbruk.

Genom att återmeandra sträckan mellan Genarp och Svinarp skulle man kunna sänka den hydrauliska kapaciteten för att minska flödet uppströms vid höga flöden. Detta hade dock orsakat lokala översvämningar och krävt en "naturlig" strandzon för beskuggning etc. Detta skulle kunna försvåra jordbruksarbetet för den närliggande brukade marken. Den fulla potentialen hos en återmeandring av ån här hade inte heller kunnat nyttjas gällande

biologisk mångfald. Öring och annan vandrande fisk har det svårt att nå så här långt uppströms. Många andra arter blir naturligtvis dock gynnade. Ett tvåstegsdike är alltså en bra lösning för det lokala området, men kräver fler åtgärder nedströms för att åstadkomma bättre vattenreglering längre ner i åns flöde. En eventuell restaurering eller återmeandring är mindre lämpad för området, då åtgärden ökar översvämningens risken lokalt och den omgivande markanvändningen är inte anpassad för en ”naturlig” å, samt att den fulla potentialen för biologisk mångfald inte kan nyttas.



Figur 16. Skånska rekognosceringskartan från 1812. På den tiden var Genarp en liten bosättning och den större byn i området var Göddelöv.

5.2 Knästorp

Det andra området där en vattenkvalitetsförbättrande åtgärd skulle kunna lämpa sig är sträckan längs Knästorp innan ån når Lund (Figur 17). Markägare har klagat på översvämningar vid höga flöden och stora delar av Lunds dagvatten leds här ut till ån (se Figur 12). Det här medför att stora mängder sediment och partiklar når ån, vilket kan skada lekande fisk, bottenfaunan och innehålla miljögifter (Figur 12, kapitel 4.1). Under extrema regnhändelser får sträckan även ta emot stora mängder extra vatten. Sträckan från Knästorp till Lund är bara 1 kilometer lång och ser relativt naturlig ut, med gott om skyddande vegetation runt vattnet. Här skulle man alltså

antagligen påverka vattenkvaliteten och den biologiska mångfalden negativt om en åtgärd skulle konstrueras här. Man bör därför fokusera på den 2-2,5 kilometer långa sträckan precis innan Knästorp. Även här, precis som mellan Genarp och Svinarp är ån kraftigt kanaliserad och omgiven av nästan uteslutande jordbruksmark. Ett tvåstegsdike här skulle kunna ge liknande effekter som för sträckan utanför Genarp (30 kg fosfor, 250 kg kväve).

Tvärsektioner av diket i området visar att dikets botten är cirka 3 meter bred och dikeskanternas lutning 27°. Avrinningsområdet står för 63 procent av det totala (SWEKO, 2010), vilket ger ett medelflöde på cirka 2 kubikmeter i sekunden (Ekologgruppen, 2014). Mannings ekvation ger då att mittfåran bör vara 60-65 centimeter djup och 7,5-8 meter brett. Då dikets översta kant idag är ungefär 15 meter bred tar ett ungefär 5-6 hektar enligt NRCS rekommendationer mer mark i anspråk.

Området är dessutom ännu känsligare för översvämningar än i Genarp. Det är därför av större betydelse här att öka flödeskapaciteten vid höga flöden, samtidigt som partiklar och sediment från Lunds dagvatten kan sedimentera. Ett tvåstegsdike där näringsretention inte prioriteras rekommenderas därför och vattennivån bör hållas precis under terrasserna under större delen av året. Detta gynnar en miljö för större buskar och träd på terrasserna. Vid höga flöden svämmas terrasserna över och vattnet får en långsammare hastighet på grund av den hindrande vegetationen, och partiklar kan sedimentera. Vegetationen höjer även det rekreationella värdet längs ån, vilket kan vara trevligt för människor som bor i området.

Då en restaurering eller återmeandring av sträckan skulle innebära en för dålig hydraulisk kapacitet ger ett tvåstegsdike en bra kompromiss mellan biologisk mångfald och förbättrad vattenreglering.

Den sista biten av sträckan precis mellan Knästorp och Lund har i nuläget för dålig hydraulisk kapacitet. En åtgärd som skulle kunna lämpa sig, kan vara att marken norr om ån avfasas något, alternativt att svämplan grävs ut. Vid höga flöden kan ån svämma över upp till avfasningen eller terrassen och vattenflödet kan saktas ner innan ån når Lund.



Figur 17. Höje å, cirka 3,5 kilometer innan ån når Lund. Sträckan från Knästorp till Lund ser ut att ha naturliga drag och gott om vegetation. Tvåstegsdiket föreslås för den markerade sträckan.

Vegetationen söder om ån behålls och tillåts skugga fåran, men inte den avfasade biten. Där det behövs kan den södra banken förstärkas med fasciner (se kapitel 3.2).

5.3 Källby

Den tredje och sista lokalen där en föreslagen vattenkvalitetshöjande åtgärd lämpar sig går längs Källby från järnvägen i södra Lund till motorvägen i Värpinge (Figur 18). Här är ån relativt bred och ån är skuggad av träd längs större delen av sträckan. De önskade effekterna av en åtgärd är att förhöja rekreativsvärdet längs ån, minska skötsel och bankerosion och förbättra miljön för vattenlevande organismer.



Figur 18. Höje å från järnvägen i nedersta högra hörnet, längs reningsverket till bron innan Värpinge i väster. Sträckan är ungefär 1,8 kilometer lång. Vattnet precis norr om ån är reningsverksdammar från Källby reningsverk.

I Figur 19 ses en typisk åbank vid sträckan längs Källby. Man ser tydligt hur erosionen ”gräver” sig in i banken. Trots att banken är bevuxen är stabiliteten inte tillräckligt bra då vattenhastigheten i ån är för hög. Ett tvåstegsdike som tillåts svämma över ofta, främst under sommaren och hösten är därför att rekommendera för hela eller delar av ån. Då Källby reningsverk ligger intill ån kommer ständigt tillskott av näringsrikt vatten. Därför bör miljöer som gynnar denitrifikation prioriteras. Detta sker främst då terrasserna är översvämmade. Partiklar tillåts även sedimentera och påverkan från bankerosion blir mindre då vattnets hastighet sänks längs dikets kanter.

Ån är ganska bred längs Källby. Tvärsektioner visar att ån når 40 meter då den är fullt belastad. Bottnen är cirka 5 meter och avrinningsområdet står för 75 procent av området vid mynningen. Ett medelflöde för ån vid Källby kan alltså antas vara ungefär 2,3 kubikmeter per sekund. Om ett tvåstegsdike ska konstrueras längs sträckan bör, enligt Mannings ekvation, mittfåran vara 0,5 meter djup och 9 meter bred. Konstrueras ett tvåstegsdike med mittfåra designad för medelflödet i ån kommer alltså enligt NRCS rekommendationer diket ta 0,7-1 hektar mindre mark i anspråk. Mark hade alltså kunnat

användas för till exempel rekreationsområde eller betesmark. Eftersom minskad skötsel och erosion är prioriterade bör dock mittfåran designas för större flöden, och terrasserna sås med stabiliserande vegetation.



Figur 19. Bankerosion längs Källby precis utanför Värpinge. (Foto: Truls Olsson).

Då ån här är bredare kan även habitat för lekande fisk skapas. Detta höjer rekreationsvärdet för främst sportfiskare och den önskade minskningen av sedimenttransport kan nyttjas för att skapa varierande bottenar med olika substrat.

För att skydda bankerna kan stabiliserande fasciner implementeras. Dessa ger skugga åt ån och stabiliserar bankerna. På lägre slänter där fasciner inte lämpar sig kan gräs med täta rotzoner som rödhirs sås. Rödhirs är mycket bra på att öka hållfastheten i det översta jordlagret och skapar habitat för många insekter och andra arter (Simon & Collison, 2002). För att ytterligare förbättra det rekreationella värdet bör även större träd och buskar planteras längs ån. Dessa ger inte bara ett vackert lummigt utseende, utan attraherar fåglar och sänker temperaturen i vattnet tack vare skuggan träden ger. Nedfallande löv och ved ger ån ett viktigt tillskott på organiskt kol och skydd för vattenlevande organismer. Detta gynnar respirerande organismer, som fisk och småkryp i vattnet och minskar produktionen hos alger och andra växter, vilket leder till mindre igenväxning och mindre underhåll.

5.4 Summering av förslag

Designen på de föreslagna tvåstegsdikena ovan bör skilja sig från varandra beroende av vilka funktioner som önskas av diket. Nedan sammanfattas dessa. En uppåtgående pil innebär hög prioritet och en nedåtgående en låg.

Tabell 2. De tre föreslagna lokalerna har olika behov. I tabellen nedan presenteras vilka funktioner som bör prioriteras på de olika lokalerna. (↗: hög prioritet, ↘: låg prioritet).

	<i>Genarp</i>	<i>Knästorp</i>	<i>Källby</i>
<i>Biologisk mångfald</i>	↘	↘	↗
<i>Näringsretention</i>	↗	↗	↗
<i>Dräneringskapacitet</i>	↗	↗	↘
<i>Bankerosion</i>	↗	↗	↗
<i>Underhåll</i>	↗	↗	↗
<i>Rekreationsvärde</i>	↘	-	↗

6. Diskussion

Det moderna jordbrukslandskapet omkring Höje å skiljer sig enormt från det vattenrika skånska landskapet för 150-200 år sedan. Nästan hela ån är utdikad eller fysiskt modifierad för att öka dräneringskapaciteten. Markägare är beroende av att deras mark avvattnas effektivt och de urbana områdena i avrinningsområdet blir större och större. Framförallt Lomma har som följd svårt att hantera höga flöden i ån och samhället hotas av översvämningar. Även utdikade delar högre upp i ån riskerar att bli översvämmade då den ökade flödeskapaciteten i vattendraget ger upphov till höga flödestoppar vid regn.

Lommas känslighet för översvämningar är ett mycket komplicerat problem och kräver många olika lösningar, inte bara i och längs Höje å, utan även vad gäller stadsplanering etc.

Tvästegsdiken högt upp i åns flöde kan designas för att sakta ner vattnets flöde och hålla kvar vattnet i landskapet innan det når Lomma. Har svämplanen gott om vegetation kommer denna att hindra vattnet och vidare sänka hastigheten. Detta kan utnyttjas längs sträckor med lågt markvärde. Vid extremt höga flöden kan även tvästegsdikets övre kanter tillåtas svämma över, vilket leder till ett minskat flöde nedströms. Längre nedströms efter Lund kan eventuella tvästegsdiken konstrueras med endast en terrass. Den terrasslösa banken täcks av vegetation som skuggar vattnet och gynnar biologisk mångfald. Den ensamma terrassen skuggas inte, men bör skördas årligen för att behålla den ökade hydrauliska kapaciteten. Här gynnas i synnerhet Lomma av den snabbare avvattningen, då vattenmassor uppströms Lund hålls kvar i landskapet längre, samtidigt som diken nedströms Lund avvattnat fortare. Detta ger en jämnare avrinning i Lomma och ”vattennivåtoppar” vid höga flöden blir mindre.

Problem som övergödning och minskad artrikedom som följd av det utdikade landskapet hotar vattnets kretslopp i landskapet, vilket även kan påverka vår framtida dricksvattenförsörjning.

Om ån skulle återställas till hur den såg ut för två hundra år sedan skulle många problem associerade med utdikade sträckor kunna lösas, men stora mängder värdefull jordbruksmark skulle gå förlorad. Städer och bebyggda områden skulle också översvämma oftare vilket skulle leda till enorma ekonomiska förluster. Det ursprungliga vattendraget passar därför inte i det moderna samhället.

Tvästegsdiken är en bra metod för att behålla en hög hydraulisk kapacitet i vattendragen, samtidigt som viktiga funktioner från naturliga vattendrag och

våtmarker tas tillvara. Genom att vid höga flöden sänka vattenhastigheten ökar vattnets uppehållstid i landskapet och näringsämnen hinner tas upp av vegetation och andra organismer. Sediment och partiklar kan även sedimentera på dikets terrasser. Detta minskar transporten av näringsämnen till havet och näringsämnena har möjlighet att återinföras i landskapet genom att vegetation skördas och används som till exempel foder eller gödsel. Även dy och sediment från terrasserna skulle kunna återinföras på åkrarna. Genom den naturligt varierande miljön terrasserna skapar ökar artrikedomen längs ån. Då ett dike görs om till tvåstegsdike kan även hänsyn ges åt hur botten ska se ut. Genom att tillhandahålla varierande bottenar med olika typer av bottenstrukturer skapas fler habitat och den biologiska mångfalden stärks.

Förslagen (kapitel 5) i den här rapporten kräver vidare utredning. Alla diken har designats med årsmedelflödet i ån som grund. För mer utförliga förslag bör därför andra flöden användas, beroende på vilket resultat som önskas. Är målet att öka vattenkvaliteten i ån genom näringsretention kan sommarmedelflödet användas. Detta orsakar fler översvämningar i mittfåran och låter större mängder näringsämnen tas upp av terrasserna genom vegetation och sedimentation. Är målet istället minskad erosion och bättre vattenreglering kan istället mittfåran designas efter ett flöde som återkommer betydligt mer sällan, till exempel ett flöde med återkomsttid på två år.

Förslagen tar inte heller hänsyn till vem som äger marken. Trots den nytta i form av biologisk mångfald, minskad övergödning och bättre vattenreglering som tvåstegsdiken medför kan det vara svårt att motivera markägare att konstruera dessa på just deras mark. Konstruktionstillfället kan ses som dyrt och arbetskrävande. Markägare måste dock känna och ta ansvar för sin mark, och markägare som visar att de tar hand om den, samtidigt som de värnar för miljön är bra PR för många lokala bönder. Svämplanen kan även nyttjas för ekonomisk vinning. Vegetation kan användas för biogasproduktion, foder eller gödsel, och om fosforfällor konstrueras kan sedimenten från dessa återföras till åkermarken, vilket minskar behovet av dyr konstgödsel.

7. Slutsatser

Tvåstegsdiken är inte lika kostnadseffektiva som till exempel våtmarker för näringsretention. Tvåstegsdiken behåller dock många funktioner förknippade med naturliga vattendrag och våtmarker, samtidigt som de behåller den höga dräneringskapaciteten hos konventionella diken. Detta gör att tvåstegsdiken kan implementeras betydligt lättare i det moderna odlingslandskapet, än till exempel våtmarker. Då Höje å främst är omgiven av odlingsmark blir tvåstegsdiken en av få lösningar lämpade för att behålla hög dräneringskapacitet, samtidigt som biologisk mångfald gynnas. Tvåstegsdiken är en del av en hållbar framtid gällande områden där natur, jordbruk och urbana områden måste samexistera och många gånger överlappa.

Enligt Nilsson och Johansson skulle ett tvåstegsdike kunna generera 61-193 % av konstruktionskostnaden i form av värdefulla ekosystemtjänster (Nilsson & Johansson, 2015), utöver detta gynnas spridningsvägar och habitat för många pollinerande insekter, vilket ökar produktiviteten hos det redan rika skånska jordbrukssamhället. Detta gör tvåstegsdiken till en av de mest prisvärda miljöförbättrande åtgärderna i Skåne.

Om diken i Sverige görs om till tvåstegsdiken kommer 5 av de 16 miljömålen gynnas. Dessa är:

- Giftfri miljö
- Ingen övergödning
- Levande sjöar och vattendrag
- Rikt odlingslandskap
- Rikt växt och djurliv

Tvåstegsdiken är inte den enda lösningen för miljömålen, men är ett steg i rätt riktning.

För bättre förslag gällande implementering av tvåstegsdiken i Höje å krävs mer arbete och undersökningar. Projekteringskostnader beror på många faktorer och markägare måste vara intresserade av att bygga om sina befintliga diken. Även mer svenska studier gällande näringsretention krävs för att fullt ut kunna nyttja alla fördelar med tvåstegsdiken framför traditionella, trapetsoida diken.

Om hälften av diken längs Höje å görs om till tvåstegsdiken kan 4-5 % av utflödet av fosfor och 0,5-1 % av kväve till havet minska (VISS, 2015). Det här låter inte mycket, men för främst fosfor, som skulle kunna återinföras till jordbrukslandskapet, innebär detta en stor vinst, både ekonomiskt och för att minska övergödningen i Öresund.

8. Litteraturförteckning

Adams, S., Leonard, R. & Salzmänn, D., 2008. *Erosion and sediment control manual*, Portland: City of Portland Oregon.

Auld, A. H. & Schubel, J. R., 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A laboratory assessment. *Estuarine and Coastal Marine Science*, February. pp. 153-164.

BBC, 2014. *Hydrosphere: bbc.co.uk*. [Online]

Tillgänglig på:

[http://www.bbc.co.uk/bitesize/higher/geography/physical/hydrosphere/revisio
n/3/](http://www.bbc.co.uk/bitesize/higher/geography/physical/hydrosphere/revisio
n/3/)

Brönmark, C. & Hansson, L.-A., 2005. *The Biology of Lakes and Ponds - Second Edition*. Oxford: Oxford University Press.

D'Ambrosio, J. & Witter, J., 2009. *The Purpose, Design and Benefits of Two Stage and Over Wide Ditches*. [Online]

Tillgänglig på:

<https://www.heidelberg.edu/sites/default/files/admin/images/Jessica.pdf>

[Använd 5 Februari 2015].

Degerman, E., 2008. Etablering av lekområden för strömlökande fisk. *Ekologisk restaurering av vattendrag*, pp. 197-216.

Ekologgruppen, 2007. *Höje å landskapsvårdsplan 2007*, Landskrona: Lomma, Lund och Staffanstorps Kommuner.

Ekologgruppen, 2012. *Bottenfauna och fisk 2012 - i restaurerad meanderslinga i Höje å vid Trolleberg*, Landskrona: Höje å vattenråd.

Ekologgruppen, 2014. *Avfasning av dikeskanter och tvåstegsdiken i Segeåns och Alnarpsåns avrinningsområden*, Landskrona: Segeåns Vattendragsförbund och Vattenråd.

Ekologgruppen, 2014. *Höje å Recipientkontroll 2014*, Landskrona: Höje å Vattenråd.

Fisheries and Oceans Canada, 2011. *Protecting fish habitat from sediment*, Manotick: u.n.

Fiskevårdsnätverket Göteborg, 2015. *Biotopvård*. [Online]
Tillgänglig på: <http://fiskevardgoteborg.se/fiskevard/biotopvard/>
[Använd 5 Mars 2015].

Fiskevårdsnätverket Göteborg, 2015.
fiskevardgoteborg.se/fiskevard/biotopvard/. [Online]
Tillgänglig på: <http://fiskevardgoteborg.se/fiskevard/biotopvard/>
[Använd 20 Mars 2015].

Ghermandi, A. o.a., 2009. Model-based assessment of shading effect by riparian vegetation on river water quality. *Ecological Engineering*, 8 Januari, pp. 92-104.

Gran, B. & Qvarnström, K., 1999. *Bevara öringen. Biotopvård i bäckllar och älvar*. Arvika: Bente Gran förlag och informationsbyrå.

Höje å vattenråd, 2015. hojea.se/Miljoegifter-och-laekemedelsrester. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.hojea.se/Miljoegifter-och-laekemedelsrester.htm>
[Använd 3 Juli 2015].

Höje ås dagvattengrupp, 2012. *Bakgrund till bildandet av Höje ås dagvattengrupp*, Lund: BLA.

Holmer, J., 2013. *Jordbruket i siffror*. [Online]
Tillgänglig på:
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2013/10/01/gradering-av-akermark-var-finns-klass-10-jordarna/>
[Använd 20 Maj 2015].

- Johansson, J., 2015. *Om Höje å*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.hojea.se/Om-Hoeje-aa.htm>
[Använd 3 juni 2015].
- Johansson, K. & Kynkäänniemi, P., 2012. *Fånga fosfor - Dammar, filter och tvåstegsdiken*, Landskrona: Hushållssällskapet Östergötland.
- Jordbruksverket, 2013. *Tvästegsdiken - ett steg i rätt riktning*, Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket, 2014. *Jordbruksverket: odling/pollinering*. [Online]
Tillgänglig på:
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/pollinering.4.389b567011d9aa1eeab8000890.html>
[Använd 23 Juli 2015].
- Kern, K., 1994. *Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung*, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Länstyrelsen västra Götalands län, 2015. lansstyrelsen.se/vastragotaland. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/atgarder-for-en-battre-vattenmiljo/Pages/tvastegsdiken.aspx>
[Använd 1 Juni 2015].
- Latinamerikagrupperna, 2015. *Mer kött och soja - mindre regnskog*. [Online]
Tillgänglig på: <http://latinamerikagrupperna.se/sv/mer-kott-och-soja-mindre-regnskog>
[Använd 28 Februari 2015].
- Lindberg, P. & Johansson, B., 2009. *Kantzoner*, Visby: Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Lindmark, P., 2015. *Vad är ett tvåstegsdike och vad är nyttan med det?*. Göteborg: Hav- och Vattenmyndigheten.

Logardt, S., 2015. *anlägg tvåstegsdiken: greppa.nu*. [Online]

Tillgänglig på: http://www.greppa.nu/atgarder/anlagg-tvastegsdiken.html#.VWtcl8_tlBc

[Använd 18 April 2015].

Lundström, K. & Andersson, M., 2008. *Växter som skydd mot erosion och ytliga ras i branta jordslänter*, Linköping: Sveriges geotekniska institut.

MSB, 2011. *Översiktlig översvämningskartering längs Höje å - Sträckan Genarp till mynningen, inklusive biflödet Önnerupsbäcken*, Karlstad: Myndigheten för Samhällssydd och Beredskap.

National Geographic, 2015. *environment.nationalgeographic.com*. [Online]

Tillgänglig på:

<http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/floods-profile/>

[Använd 28 Februari 2015].

Natural Resources Conservation Service, 2007. *Part 645 Stream Restoration Design National Engineering Handbook*. u.o.:United States Department of Agriculture.

Naturvårdsingenjörerna AB, 2011. *Produktionsvåtmark för framställning av biogas*, Trelleborg: Trelleborgs kommun.

Naturvårdsverket, 2014. *Naturliga vattendrag*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Nilsson, R. & Johansson, J., 2015. *Helhetsperspektiv i Höje å - Värdering av och åtgärdsförslag för ekosystemtjänster*, Lund: Höje å vattenråd.

Simon, A. & Collison, A. J. C., 2002. Quantifying the mechanical and hydrologic effects of riparian vegetation on streambank stability. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19 April, pp. 527-546.

Svenska MiljöEmissionsData, 2015. *smed.se/vatten/data*. [Online]

Tillgänglig på: <http://www.smed.se/vatten/data/plc5>

[Använd 28 Februari 2015].

- Sweco Environment AB, 2009. *Studie av muddring av Höje å i Lomma*, Lomma: Lomma kommun.
- SWECO, 2010. *Höje å genom Lomma, Lund och Staffanstorp*, Malmö: SWECO Environment AB.
- SWECO, 2011. *Modellering av översvämning i Höje å*, Malmö: SWECO Environment AB.
- TEEB, 2010. *TEEB Ecological and Economic Foundations*, London och Washington: Earthscan.
- Tekniska förvaltningen Lund, 2012. *Grönstruktur och naturvårdsprogram*. 1 red. Lund: Tekniska förvaltningen Lund.
- Thiere, G. & Johansson, J., 2013. *Vattenstrategiskt planeringsunderlag (VSPU) för Höje å avrinningsområde*, Lund: Höje å vattenråd.
- Tvåstegsdiken - Hur, Var, Varför*. 2013. [Film] Regi av Markus Nord, Dennis Wiström. Sverige: u.n.
- VISS, 2015. *Åtgärdskategori: viss.lansstyrelsen.se*. [Online]
Tillgänglig på: <http://viss.lansstyrelsen.se/>
[Använd 1 Juni 2015].
- VISS, 2015. *Tvåstegsdiken*. [Online]
Tillgänglig på:
<http://www.viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000714>
[Använd 25 Maj 2015].
- Vollmer-Sanders, C., Tank, J. & Williams, M., 2012. *Two-Stage Ditch: Environmental Protection Agency*. [Online]
Tillgänglig på: <http://www.epa.gov/region5/agriculture/pdfs/nutrient2012/ag-nutrient-20121031.pdf>
[Använd 1 April 2015].

Wettemark, F., Almström, B. & Persson, O., 2009. *Översvämningskartering av Höje å genom Lomma kommun samt analys av stigande havsnivå*, Kristianstad: SWECO.

Wetzel, R. G., 1983. *Limnology - second edition*. Philadelphia: CBS Collage Publishing.

Wikipedia, 2015. *Missväxtåren 1867-1869*. [Online]

Tillgänglig på:

http://sv.wikipedia.org/wiki/Missv%C3%A4xt%C3%A5ren_1867%E2%80%931869

[Använd 28 Februari 2015].

Wikipedia, 2015. *Sveriges migrationshistoria*. [Online]

Tillgänglig på:

http://sv.wikipedia.org/wiki/Sveriges_migrationshistoria#Emigrationstiden

[Använd 28 Februari 2015].

Witter, J. D., D'Ambrosio, J. L. & Ward, A., 2011. *Considerations for Implementing Two-stage Channels*. [Online]

Tillgänglig på:

<http://greatlakeswater.uwex.edu/sites/default/files/library/outreach-and-education/implementing-fv.pdf>

[Använd 5 April 2015].