

Multifunktionella våtmarker i Nabben

En hållbar dagvattenhantering



Nabbens strandäng med spången som löper igenom.

RAPPORT nr 2018-1147-B

Författare: Linus Halvarsson, Jonas Andersson och
Peter Ridderstolpe, WRS 2017-01-29

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning.....	4
1.1 Syfte.....	4
1.2 Genomförande.....	4
2 Förutsättningar	5
2.1 Nabbenområdet.....	5
2.1.1 Snöupplag	6
2.2 Koordinat- och höjdsystem	6
2.3 Havsvattenstånd.....	6
2.4 Topografi	7
2.4.1 Genomförda inmätningar	8
2.5 Jordarter	8
2.6 Hydrologiska förutsättningar	9
2.6.1 Flödet	10
2.7 Vanliga dagvattenföroreningar.....	10
2.7.1 Mikroplaster.....	11
2.8 Våtmarker i dagvattenhantering	11
2.9 Gäddföryngring i konstgjorda våtmarker	12
2.10 Skötsel av våtmarker	12
2.11 Ytor i utredningsområdet	13
3 Förslag.....	13
3.1 Dämning.....	14
3.2 Damm	14
3.2.1 Vall.....	15
3.2.2 Utlopp	15
3.3 Översilningsyta.....	15
3.4 Gäddvåtmark	15
3.4.1 Vall.....	16
3.4.2 Djupområde i våtmarken	16
3.4.3 Utlopp från våtmarken	16
3.5 Strandnäsdiket	17
3.5.1 Bräddiket.....	17
3.6 Rökeridiket	17
3.7 Snöupplag	17
4 Kontrollprogram	18
5 Kostnadsuppskattning	18
Referenser	19
Bilagor.....	19
A. Kostnadskalkyl.....	20
B. Ritningar	22

Sammanfattning

WRS AB har hösten 2017 arbetat på uppdrag av Miljöbyrån, Ålands landskapsregering och Mariehamns stad med att utveckla multifunktionella våtmarker i Svibyåns delta och i Nabbenområdet.

Denna rapport behandlar en hållbar dagvattenhantering genom multifunktionella våtmarker i Nabben. Syftet med våtmarkerna är att rena dagvatten från vanliga dagvattenföroreningar inräknat mikroplaster. Syftet omfattar även att rekreativsvärdet i området ska höjas samt att våtmarkerna ska främja fiskbeståndet.

Nabbenområdet ligger i Mariehamn vid havsviken Slemmernes norra strand. Området är låglänt och har en öppen strandäng mot havet. Området är redan idag ett populärt område för rekreation och som transportled till centrum för cykelpendlare.

Föreslagna åtgärder inkluderar en sedimentationsdamm, en överilningsyta och en gäddvåtmark. Dessutom föreslås att sandfång i form av dikesbräddningar utförs på bägge diken för att minska underhållskostnaderna.

Med utförda åtgärder kommer partikelbundna dagvattenföroreningar att kunna avlägsnas på ett effektivt sätt samtidigt som områdets rekreativsvärde ökar. Dessutom kan upp mot 25 000 gäddungar släppas ut till havet varje år.

Den totala kostnaden för att utföra entreprenaden har uppskattats till ca 45 000 €.

1 Inledning

Miljöbyrån vid Åland landskapsregering har tillsammans med Mariehamns stad identifierat Nabben som ett möjligt område där rening av dagvatten kan ske. Idag passerar dagvatten från de nordöstra delarna av Mariehamn och från Jomala orenat ut i Slemmern som är en vik i Östersjön. Nabbenområdet som idag fungerar som rekreationsområde har blivit påtänkt för att anlägga multifunktionella våtmarker (Figur 1). Man söker en lösning där dagvatten renas och som även bidrar till att höja rekreationsvärdet samt gynnar Östersjöns fiskbestånd. För att åstadkomma detta har WRS utrett möjligheten att anlägga multifunktionella våtmarker. Dessa innehåller sedimentationsdelar i form av dikesbräddningar, en damm och en översilningsyta. Därtill föreslås att en så kallad gäddvåtmark anläggs på strandängen som bidrar till föryngring av gädda.

Mariehamns stad vill kunna lägga upp snö i området. Om snö läggs upp bör den läggas på ytor med bra infiltrationskapacitet eller ytor som är invallade för att undvika ytavrinning.



Figur 1. Utredningsområdet vid Nabben. Området ligger i Mariehamns nordöstra del. Ortofoto från Lantmäteriverket 2017

1.1 Syfte

Syftet med denna rapport har varit att ta fram förslag på hur Nabbenområdet kan användas för att rena dagvatten och därigenom minska näringstransporten till Östersjön. Rapporten ger förslag på var och hur våtmarker kan anläggas så att näringsläckaget och transporten av dagvattenrelaterade föroreningar som tungmetaller och mikroplast minskar samtidigt som anläggningen kan gynna fiskreproduktion. Gestaltningen bedöms vara så att rekreationsvärdet i området ökar. Hänsyn har tagits till det låglänta bostadsområdet strax norr om Nabben och till angränsande väga när dämningar utformats.

1.2 Genomförande

Arbetet har utförts av Linus Halvarsson, Peter Ridderstolpe och Jonas Andersson på WRS AB, på uppdrag av Miljöbyrån vid Ålands landskapsregering och Mariehamns stad.

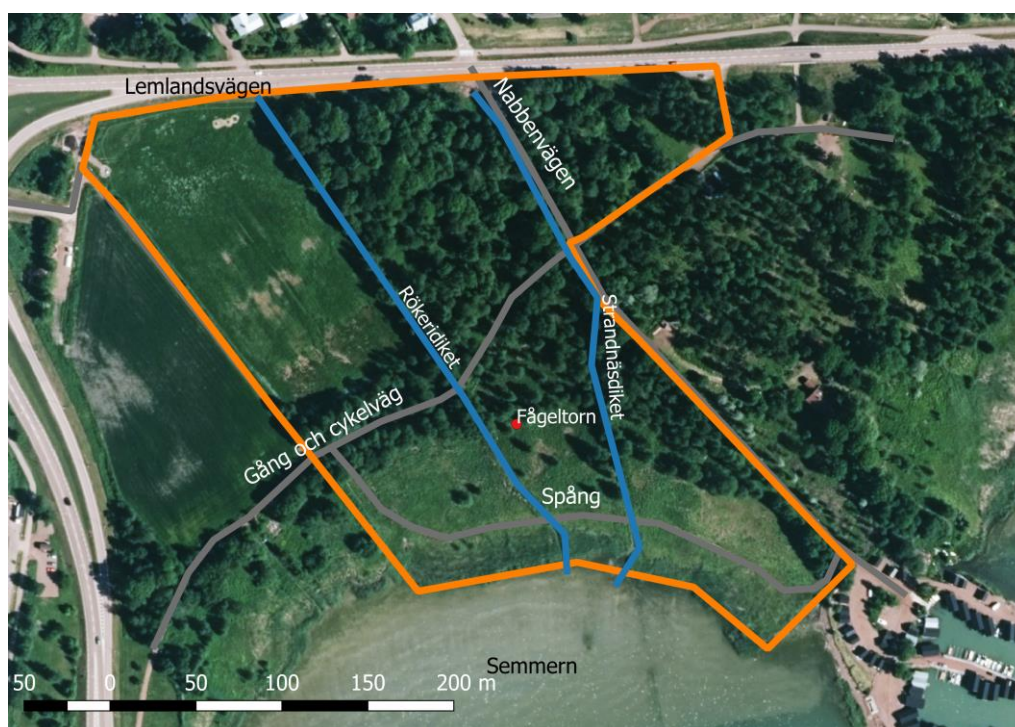
Rapporten är en av två i uppdraget att hitta lösningar med multifunktionella våtmarker i Svibyåns delta och i Nabbenområdet. I arbetet har ett platsbesök utförts i Nabbenområdet den 16 augusti 2017 där förutsättningarna på plats undersöktes. Detta har kompletterats med höjddata och jordartsdata. Höjddata scannat med laser över området är hämtat från Lantmäteriverket och har använts tillsammans med inmätningar av diken utförda av Mariehamns stad. Jordartskartor är hämtat från geologiska forskningscentralen.

Ett översiktligt förslag presenterades i början av december 2017. Synpunkterna från beställaren har därefter arbetats in i detta reviderade och förfinade förslag.

2 Förutsättningar

2.1 Nabbenområdet

Nabbenområdet ligger i Mariehamn vid havsviken Slemmerns norra strand. Området tar emot vatten från två diken med varsitt avrinningsområde. Namnet kommer från udden som sträcker sig ut i havet. Det största diket, Strandnäs diket har ett avrinningsområde på 226 ha enligt en tidigare dagvattenutredning¹. Det mindre diket, Rökeridiket tar emot vatten från ett ca 30 ha stort avrinningsområde. Genom området går en gång- och cykelväg som används flitigt samt en bilväg mellan udden och Lemlandsvägen. En spång (bild framsida) som leder ut i strandängen ansluter gångvägen och vägen (Figur 2). Mitt i området ligger ett fågeltorn. Vid platsbesöket i Nabben kunde det konstateras att småfisk levde i diket.



Figur 2. Översikt över Nabbenområdet. Ortofoto från Lantmäteriverket 2017

¹ Avledning av dagvatten från Jomala och Mariehamn till Slemmern, Sweco 2005

2.1.1 Snöupplag

Mariehamns kommun vill kunna använda västra delen av utredningsområdet som snötipp under vintern. Föroreningar skulle då ackumuleras till den platsen för att sedan avrinna vid snösmältning (Josefsson & Johansson, 2014). Infiltration ger betydligt bättre rening av vattnet än att låta det rinna bort på markytan. För att smältvattnet vid avrinningen ska filtrera infiltrera, behöver markens dräneringsförmåga förbättras då markens infiltrationsförmåga är dålig i lerjordar. Detta kan göras genom ett grusskikt ner till dräneringsrör som leder vattnet till recipient. Alternativt kan ytan invallas, så att vatten blir stående kvar vid vårsmältningen och långsamt kan infiltrera/avdunsta.

2.2 Koordinat- och höjdsystem

I detta arbete har koordinatsystemet ETRS89 / ETRS-GK20FIN med höjdsystemet N2000 använts, vilka är standard i Finland och används på Åland.

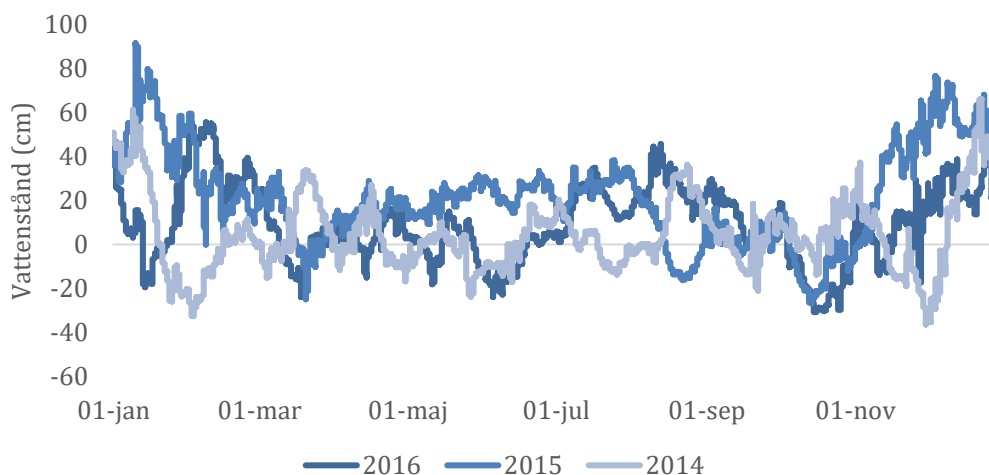
2.3 Havsvattenstånd

Området ligger i direkt anslutning till Östersjön och havsvattennivåerna kommer i stor omfattning påverka vattennivåerna i de utlopp som rinner ut från Nabben.

Medelvattenståndet 2017 ligger på +0,118 (Meteorologiska institutet²). Lägsta havsvattennivå har mätts till 0,7 m under medelvattenstånd (1934) och högsta vattennivå 1,02 m över medelvattenstånd uppmättes 2007 vilket motsvarade +1,15 m i N2000.

I brist på data om vattenståndet på Åland har vattenståndet i Forsmark (Östhammars kommun, Sverige) använts då de ligger på ungefär samma latitud och följer liknande variationskurvor. Dock skiljer sig storleken på de värden som går att jämföra något mellan de olika platserna då vatten inte pressas upp mot en ö i samma utsträckning som mot land. I Figur 3 visas vattenståndet vid Forsmark 2014–2016. Variationerna är störst under vintermånaderna. I genomsnitt så ligger vattenståndet +0,72 (N2000) två dagar per år sedan 2010.

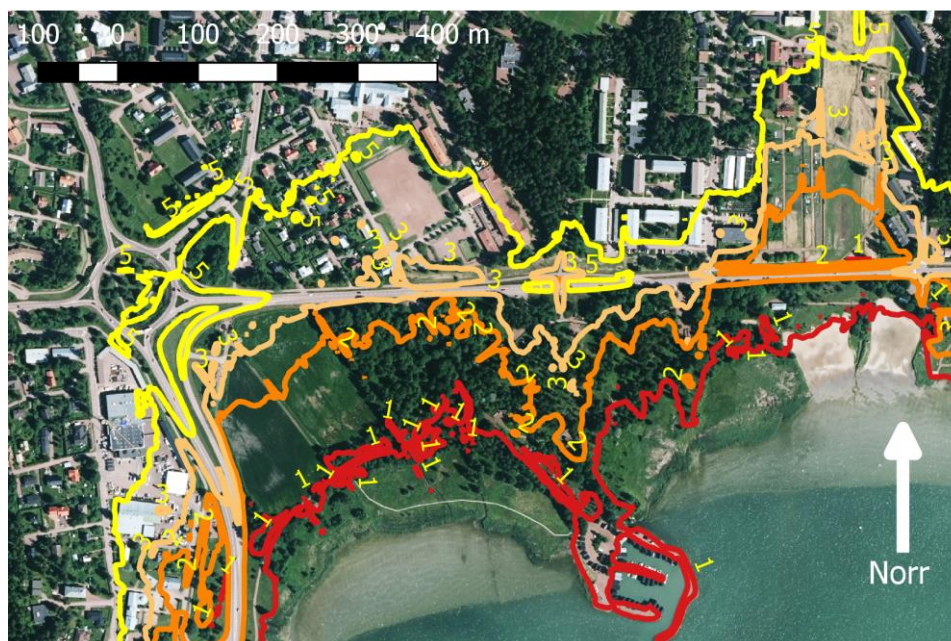
² Meteorologiska institutet, observationspunkt Föglö



Figur 3. Vattenståndet vid Forsmark 2014–2016³. Noll cm motsvarar +0 i N2000, medelvattenståndet ligger på +0,118 m. De största variationerna ligger under vintermånaderna.

2.4 Topografi

Utredningsområdet i Nabben lutar svagt från Lemlandsvägen ner mot havet. Enligt topografiska laserdata ligger Lemlandsvägen som lägst på +3 m. Gång och cykelvägen genom området ligger som lägst ca +1 m. Nabbenvägen följer topografin och lutar mot havet, som lägst ligger vägbanan på ca +1 m. På norra sidan av Lemlandsvägen är höjderna över +3 m. I Figur 4 sammanställs dessa olika höjder.



Figur 4. Höjddata för Nabben och näromliggande områden. Röda linjen är 1 m (N2000) sen följer 2 m, 3 m och 5 m-linjerna (orange, gulorange och gul). Ortofoto och höjddata från Lantmäteriverket 09/2017.

³ SMHI.opendata Havsvattenstånd Forsmark 2179

2.4.1 Genomförda inmätningar

En inmätning av dikets botten, vattenytan och marken intill diket har utförts i syfte att kunna utföra höjdsättningar av våtmarkerna och få en fungerande lösning. Resultatet av inmätningen finns inlagd i ritningen (Bilaga B).

Kulvertarna som leder in till utredningsområdet mättes in för att kunna bestämma hur högt en dämning kan göras utan att skada dagvattenavrinningen. I Figur 5 och Tabell 1 visas läge och dimensioner på de trummor i Strandnäsdiket som leder in till utredningsområdet. Vattenytan låg på +0,8 m vid mättillfället. En permanent dämning till + 0,8 m anses rimlig. Därtill bedöms vattenyta kunna höjas vid högflöden till ca +1,0 m.



Figur 5. Strandnäsdikets inlopp i utredningsområdet. Vattenytan ligger i figuren på +0,8 m. En permanent dämning till denna nivå anses rimlig. Därtill bedöms ytan kunna höjas ytterligare 0,2 m vid högflöden. Foto: Mariehamns stad.

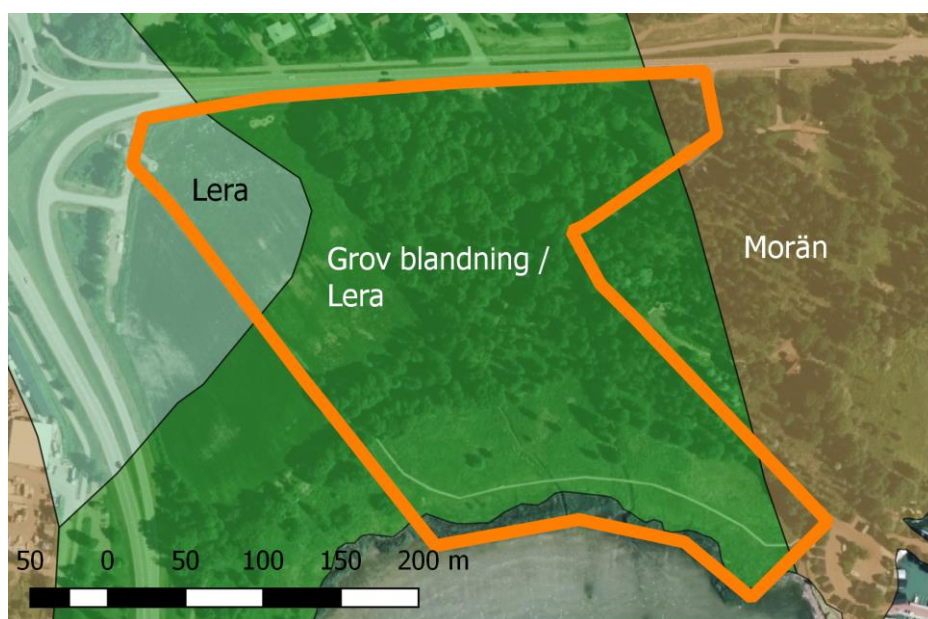
Tabell 1. Lägen på de trummor som leder Strandnäsdiket in till Nabben. Trumma 1 ligger längst till vänster i Fel! Hittar inte referenskölla. o.s.v.

Trumma	1	2	3	4
Diameter (m)	0,28	0,6	0,68	0,68
Botten (m) (vattengång)	+0,92	+0,66	+0,54	+0,62
Topp (m)	+1,23	+1,3	+2,27	+1,36
Vattenyta (m)		+0,8	+0,8	+0,8

2.5 Jordarter

Marken i utredningsområdet utgörs överst av lera, närmast ytan är marken omblandad dels av människor men även av havet när marken sakta höjt sig. Detta innebär troligtvis att en del organiskt material blandats in (Figur 6) (Geologiska forskningscentralen). En jordart med organiskt material kan vara svår att dämna med då sprickor kan bildas vid torkning. Jordmånskartor av denna typ är interpoleringar av kända mönster i landskapet och ska därför ses som en uppskattning av området snarare än fakta.

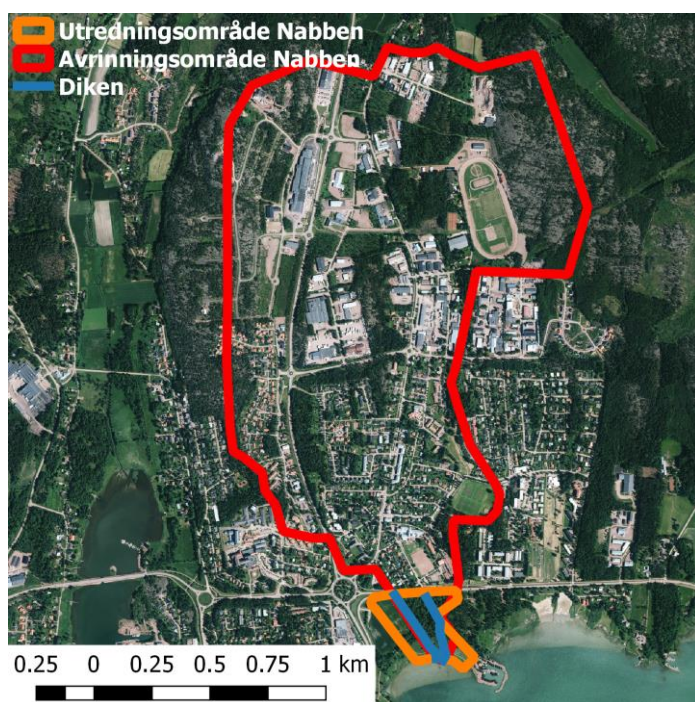
Vid områden som legat som svallstränder bildas ofta en siltig lera vilken kan vara betydligt svårare att jobba med. Om Nabben utgörs av sådan lera kan extra insatser krävas föra att slänter och vallar i våtmarkerna ska bli stabila.



Figur 6. Jordarter vid Nabben. Jordmånen där våtmarkerna är tänkta att ligga utgörs av lera. Jordmånskarta 1:200 000 © Geologiska forskningscentralen 2012 hämtat 2017-10-02. Ortofoto från Lantmäteriverket 09/2017.

2.6 Hydrologiska förutsättningar

Avrinningsområdet (Figur 7) är uppskattat till ca 260 hektar för både strandnäsdiket och Rökeridiket och består till största del villa- och handelsområden. Det finns även en del skog i området. I medel regnar det 600 mm i Jomala (Meteorologiska institutet) vilket är den närmaste mätstationen. Denna nederbördsmängd kan antas gälla för Nabbenområdet.



Figur 7. Nabbens avrinningsområde. Ortofoto från Lantmäteriverket 09/2017.

2.6.1 Flödet

Flödet från avrinningsområdet beror på nederbördens intensitet och varaktighet samt områdets reducerade area (områdets storlek samt hur marken används). Sweco⁴ beräknade i en dagvattenutredning den reducerade arean till 60 ha för Strandnäsdikets avrinningsområde. När rökeridiket läggs till blir den reducerade arean istället 69 ha, antaget samma andel hårdgjorda ytor.

Ytterligare en metod för att uppskatta den reducerade arean användes genom att markanvändningen uppskattades och matades in i modelleringsverktyget StormTac. Den reducerade arean beräknades då till 61 ha för de båda områdena.

Dessa areor ger tillsammans med årsnederbörden ett årsmedelflöde genom Strandnäsdiket på ca 12 l/s och Rökeridiket på ca 1 l/s.

Vid regn kommer dock flödet att vara betydligt högre. Beroende på hur mycket fördröjningar som finns i avvattningsystemet kan ett 10-årsregn ge väldigt olika utslag i vattenflödet. För att säkerställa att inga försämringar av nuvarande läge sker till följd av byggnationer i Nabben behöver anläggningens olika delar ha en flödedimensionering som inte understiger dimensioneringen av befintliga diken och trummor.

Idag antas vägtrumman under gång- och cykelvägen vara den del av diket som begränsar flödekapaciteten i systemet. Uträknat med Mannings formel klarar trumman ca 1700 l/s.

2.7 Vanliga dagvattenföroreningar

Mätningar på kväve- och fosforhalter gjordes under våren 2010 i både Strandnäsdiket och Rökeridiket. Kvävehalterna var i genomsnitt ca 1 mg/l och fosforhalterna var ca 40 µg/l för Strandnäsdiket respektive 20 µg/l för Rökeridiket. Om koncentrationen multipliceras med årsmedelflödet fås att ungefär 360 kg kväve och 14 kg fosfor transporterats till havet varje år med dagvattnet.

När föroreningsbelastningen modellerades i StormTac visade detta på betydligt högre föroreningshalter och transporter (se beräknade transporter i Tabell 2). Denna modellering är dock baserad på att ingen rening av vattnet sker på väg till Nabben. Att modellerade halter och transporter var högre i StormTac-beräkningen än uppmätta halter och beräknade transporter kan beror på flera faktorer. Dels visar forskningen att stickprovstagning av dagvatten inte kan användas för att säkert bestämma årsmedelhalter, då haltvariationerna i dagvatten är extremt stora och varierar både mellan och inom regnhändelser. Dels sker även en viss rening av dagvattnet på väg ner mot Nabben, i vägrenar, diken och i utjämningsmagasin som finns i avrinningsområdet, vilket inte tas hänsyn till i StormTac-beräkningen.

Tabell 2. Föroreningsbelastning från Nabbens ARO modellerat i StormTac

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
86	750	6,3	11	56	0,31	3,3	3,8	0,017	26 000

⁴ Avledning av dagvatten från Jomala och Mariehamn till Slemmern, Sweco 2005

2.7.1 Mikroplaster

Mikroplaster är små plastbitar som bildas när plast bryts ner till mindre beståndsdelar. Mikroplaster har på senare år uppmärksammats då man hittat stora mängder i haven. Det är idag inte fastställt vilken påverkan mikroplaster har på miljön men det finns indikationer på att plaster tar sig in i ekosystemet och vandrar uppåt i näringskedjan. Mikroplasters hälsoeffekter är ett hett forskningsområde och nya rapporter kommer ge mer klarhet i hälsoriskerna. En stor källa till mikroplaster tros vara däckslitage.

Tabell 3 visar hur mycket däckgummi/mikroplaster som rinner av vägarna i Nabbens avrinningsområde. Eftersom de stora vägarna i området avrinner via diken där mycket sedimentation kan ske kommer sannolikt en mindre del att nå Nabbenområdet. Vid undersökningar av om våtmarker avskiljer mikroplaster har man funnit en viss rening av vattnet sker. Vilka mekanismer som står för den största avskiljningen är inte fastlagt men enligt rådande kunskapsläge står sedimentation för en del av avskiljningen till exempel genom översilning som bygger på sedimentation av partiklar.

Tabell 3. Trafikemissioner av däckgummi i Nabbens ARO. Beräkningarna är utförda av Mariehamns stad.

	Emission (kg/år)	Emission (kg/år)	Emission (kg/år)
Landsväg 2		217	
Gamla Godbyvägen		230	
Landsväg 3		91	
Övriga vägar*	917	1222	1528
Totalt inom området	1455	1761	2066

*) Intervall om $\pm 25\%$ för osäkerheter om vägnas ÅDT.

Beroende på plastens storlek, densitet och form beter den sig på olika sätt i vatten. Även mängden mikroplaster kommer att spela roll för hur mycket som kan avskiljas i ett reningssteg.

Under 2017 utfördes en analys av Nabbens dagvatten med avseende på mikroplaster. Analyserna visade endast på färre än tio mikroplastpartiklar per liter men runt 10 000 svarta partiklar per liter. Dessa partiklar antas komma från däckgummi och deposition av förbränningspartiklar. Vattnet filtrerades i studien genom filter med maskstorlek 10 μm . Hela provet kunde inte räknas, så resultatet är en uppskattning av en provdel. Provtagningen gjordes efter ca en veckas torrt väder och det är rimligt att tro att det vid nederbördstillfällen kommer mer partiklar (Haikonen, Fång, & Thorsén, 2017).

2.8 Våtmarker i dagvattenhantering

Två vanliga sätt att rena dagvatten är dels genom att låta partiklar, vilka många föroreningar är bundna till, sedimentera i dammar eller på översilningsytor. I Tabell 4 redovisas förväntade reduktioner för respektive anläggning. För att nedanstående reningsgrader ska kunna uppnås krävs väl dimensionerade system samt ett dagvatten av normal kvalitet.

**Tabell 4. Reduktion i olika dagvattenreningsanläggningar (StormTac).
Reningsgraden är beroende av att anläggningen dimensioneras rätt och att ett normalt skitigt dagvatten renas.**

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Översilningsyta	40%	25%	55%	60%	50%	55%	45%	45%	20%	70%
Damm	55%	35%	75%	60%	55%	80%	60%	85%	30%	80%
Våtmark	50%	30%	80%	55%	60%	80%	60%	25%	30%	85%

Mikroplaster är som tidigare beskrivits är små partiklar. En trolig process till avskiljning av mikroplaster är sedimentation. Vid undersökningar av dagvattendammars mikroplastavskiljning kunde man se en avskiljning på 90-100 % (Jönsson, 2016).

2.9 Gäddföryngring i konstgjorda våtmarker

Vid vårfloden eller höga vårflöden kan man med en enkel och förhållandevis billig dämning skapa våtmarker uppe på gräsytan. Vattnet tvingas gå genom gräs där det bromsas upp och silas vilket ger bra reduktion av partikelbundna föroreningar.

Vattendjupet tillsammans med mycket organisk materia gör att dess våtmarker även avskiljer kväve bra. Förutom dessa egenskaper så är denna typ av våtmark idealisk för gäddor att leka i och yngel att kläckas och leva sina första månader i, innan våtmarken töms ut i havet med ynglen.

Genom att skapa en vattenyta i området under mars - juni, skulle området sannolikt fungera mycket bra som reproduktionsområde för gädda. Man har sett att man under goda betingelser kan producera 25 000 gäddungar per år och hektar (SportFiskarna, 2012). Det är önskvärt att vattendjupet under denna period ligger mellan 1–4 dm. En invallning görs kring det område som utgör gäddvåtmarken för att hålla vattnet på rätt ställe.

När marken torkat upp i slutet av juni kan marken med fördel användas som betesmark för tex får. Betesdjuren håller gräset i på en lagom nivå.

2.10 Skötsel av våtmarker

För att fungera bra som näringsavskiljare över tid krävs att anläggningarna sköts. Det handlar bland annat om rensning av sediment och klippning av vegetation. Dammen bör byggas så att den kan förbikopplas vid slamtömning. Annars riskerar man att sedimenterat material spolats ut i havet. För att underlätta för skötseln bör våtmarken byggas så att man kan komma åt djupdelarna med en grävare.

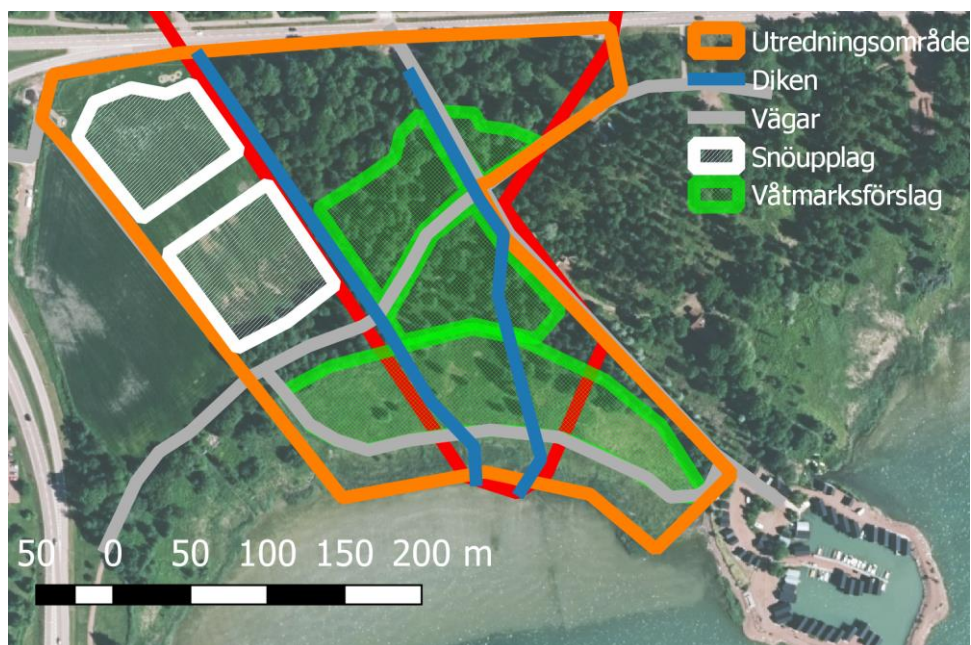
För att undvika sork och sly bör vallen slå eller betas under sommaren. Slagning av gräs ska vara efter häckningssäsong för att inte störa fågellivet. Gräsklippningen innebär att eventuella sättningar syns tydligare och är även estetiskt positivt.

Betessläpp bör ske efter nivåsenkning när betena torkat upp för att i möjligaste mån undvika sjukdomar såsom klövspalt (smittsam sjukdom hos nötkreatur) och angrepp av leverflundran. Träckprov bör tas regelbundet. Det är lagkrav (i Sverige) på att betesdjuren ska ha en torr liggplats inom fällan där de kan idissla. Blir andelen torr mark för stor är det däremot svårt att få acceptabelt betestryck i de blöta områdena. Bildas stora tuvor i betet putsas det efter behov.

En skötselplan bör utarbetas ett par år efter att anläggningen tagits i drift när det framkommit hur den nya landskapsbilden ändrats.

2.11 Ytor i utredningsområdet

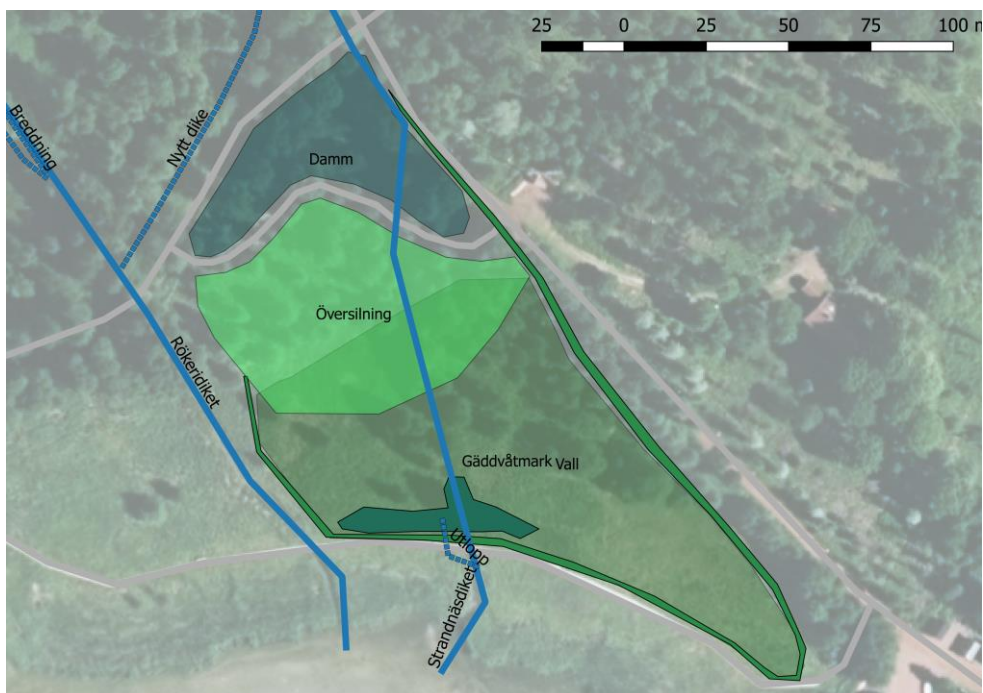
Olika ytor i området fungerar bra för olika typer av våtmarker. I ett första steg har dessa olika ytor valts för att utreda vidare för olika våtmarker. Det låglänta strandområdet i söder är en lämplig plats att anlägga en gäddföryngringsvårmark medan man lite högre upp kan gräva sedimentationsdammar. På den västra åkern i utbredningsområdet vill Mariehamns kommun anlägga en snötipp (Figur 8).



Figur 8 Områden i Nabben som skulle passa bra till våtmarker och snöupplag. Den södra våtmarksytan skulle passa bra för gäddföryngring. Ortofoto från Lantmäteriverket 09/2017.

3 Förslag

De förslag som utarbetats för utformningen av de multifunktionella våtmarkerna i Nabben innehåller en sedimentationsdam, en översilningsyta och en gäddvåtmark. Dessutom tillkommer bräddningar av Strandnäsdiaket och Rökeridiket för att fånga upp grövre partiklar som annars skulle hamna i dammen. Förslagen finns beskrivna i ritningshandlingar (Bilaga B) och översiktligt i Figur 9 nedan.



Figur 9. Föreslagna ytor för multifunktionell våtmark. Ortofoto från Lantmäteriverket 09/2017.

Reningsmekanismerna i förslagen bygger i hög grad på sedimentation av partiklar. Vid högre flöden kommer större ytor att utnyttjas då översilningen används. Under våren kommer även gäddvåtmarken att bidra till sedimentering.

3.1 Dämning

För att kunna anlägga översilningsytan och gäddvåtmarken behöver vattenytan i de områden där de ska ligga däckas. Detta görs i flera steg, men framförallt vid dammen. Det som begränsar till vilka nivåer Strandnäsdiket kan däckas till är dels den omgivande terrängen, byggnader och anläggningar och dels dagvattennätet.

Terrängen kring Strandnäsdiket ligger i kritiska punkter på ca +1,4 m. Om vattenytan läggs på max +1,0 finns det marginal mot översvämningar och blöta markförhållanden.

3.2 Damm

En damm anläggs i hörnet mellan Nabbenvägen och cykelvägen (Figur 9). Dammen läggs på ett område där yngre träd växer relativt glest (Figur 10). Ytan som kan tas i anspråk för dammen är ca 2000 m². Det motsvarar en volym på nästan 2000 m³. Med ett vattendjup på 1 m fås en uppehållstid i dammen på ca 10 h om man tillåter en genomströmning på 50 l/s. Det är önskvärt att uppehållstiden över 5 h.

Vid anläggandet av dammen ska hänsyn tas till träden på den utsatta ytan och träs ska om möjligt sparas. Platsen är vald då relativt få träd växer där (Figur 10).



Figur 10. Hörnet mellan cykelbanan och Nabbenvägen. Området har relativt få träd. Fotot är hämtat från Google streetview.

3.2.1 Vall

På dammens södra sida byggs en vall som kan fungera som körbana vid dammunderhåll samt som gångväg. I vallen läggs rör (ca 10 st, 100 mm i diameter) som transporterar vattnet till översilningsytan på andra sidan vallen. Rören kan förses med en 45° böj mot dammen för att kunna reglera höjden.

3.2.2 Utlopp

Vid låga flöden sker utloppet från dammen via ett rör som ansluter till en reglerbar brunn (så kallad munk) och vidare till befintligt dike nedströms vallen. Munkbrunnen dämmer vattennivån i dammen till +0,8 m och förses med ett strypt utlopp (en skiva med ett hål eller spalt i), vilket gör att vattennivån stiger i dammen när inflödet tilltar. När vattnet når nivån ca +0,9 m så börjar det rinna ut genom rören i vallen och börjar översila markytan söder om vallen.

När flödet avtar så sjunker vattennivån tillbaka till +0,8 m. Utloppsledningen från dammen läggs på ca +0 m, vilket gör att det är möjligt att tömma dammen ner till havsnivån när underhållsåtgärder ska göras (t.ex. sedimentrensning).

Vid sänks botten ytterligare för att motverka att utloppet sätts igen. Botten sänks till -0,2.

3.3 Översilningsyta

Där spridarrören mynnar på översilningsytan anläggs mindre erosionsskydd med makadam. Vattnet får därifrån sprida sig ut över markytan. Översilningsytan används bara vid högflöden och får däremellan torka upp för att fungera bra på lång sikt. Vattnet från översilningsytan får leta sig ner mot gäddvåtmarken (under våren) eller mot utloppsdiket (Strandnäsdiket). Den yta som översilningsytan tar i anspråk uppskattas till ca 3000 m².

3.4 Gäddvåtmark

Gäddvåtmarken anläggs på strandängen genom att området vallas in vilken håller kvar vattnet (Figur 9). Med denna invallning uppskattas våtmarkens area bli ca 1 ha.

Våtmarkens vattenyta läggs på +0,8 m för att skapa de grunda vatten som gäddan föredrar. Markytan ligger i området på ca +0,6 m, vilket ger ett vattendjup på ca 0,2 m.

Våtmarkens yta begränsas av att marken stiger över +0,8 vilket begränsar utsträckningen främst norrut. I väster begränsas utsträckningen av den vall som planeras utmed Rökeridiket. Ett alternativ för att förstora våtmarken är att flytta Rökeridiket längre västerut. Anledningen till föreslagna placering av vallen är dels en begränsad budget, dels att inte ta i anspråk hela strandängen utan lämna en del som permanent betesmark. Den valda ytan för gäddvåtmark är också den som ligger lägst i terrängen, med litet dämpningsbehov för att få tillräcklig vattendjup.

3.4.1 Vall

Kring våtmarken anläggs en vall för att hålla vattnet inne (Figur 9). Vallens krön anläggs på +1,3 m. Vallens sidor byggs mot havet med lutning 1:4 för att stå emot erosion samt bättre smälta in i landskapet. Gångbron och strandvassen hjälper till att skydda vallen från erosion från vågor och is. Vallen som går längs Nabbenvägen byggs med sidorna 1:2 för att ta så lite yta som möjligt i anspråk. Vallen mot Nabbenvägen byggs för att skydda vägen från våtmarkens högre vattennivå. Ett vägdike läggs mellan vägen och vallen.

3.4.2 Djupområde i våtmarken

Vid utloppet från våtmarken grävs en djuphåla +0 m, som är en breddning av Strandnäsdiket. Djuphålan har flera funktioner. Den bidrar med ett permanent vatten som har ett visst djup även när våtmarken är nedsänkt, dit vattenorganismer kan migrera när våtmarken sänks ner. Djuphålan fungerar också som en uppsamlande volym för gäddyngel i samband med att våtmarken töms, och gör att de lättare hittar ut mot havet. Djuphålan ger också massor som kan användas för vallbygge.

3.4.3 Utlopp från våtmarken

Från utloppet anläggs ett reglerbart utlopp till Östersjön. Under de månader som våtmarken inte är dämnd, leds vattnet vidare ut till havet från djuphålan. Under mars/april till juni så håller dämmet upp vattenytan i våtmarken. Vattnet leds då genom ett omlöp ut till havet där fisk kan vandra upp (Figur 11).



Figur 11. Exempel på ett omlöp ut från en våtmark.

Ett omlöp som ska möjliggöra fiskvandring bör ha ett flöde på minst 10–20 l/s under den period fisken vandrar upp i våtmarken. Förslagsvis utformas omlöpet som en ca 1 m bred dikesfåra, liknande den i exemplet (Figur 11). Diket anläggs med en 0,5 m bred fåra i

mitten, med botten på +0,8 m där det börjar i våtmarken. På ömse sidor om mittfåran läggs dikesbotten ca 10 cm högre. Det gör att omlöpet fungerar bra vid olika flöden. Omlöpet kan antingen anläggas över vallen mot Slemmern eller på fastmarken med utlopp mot Rökeridiket. Vi förordar ett utlopp mot Rökeridiket då det ger en lägre anläggningskostnad samtidigt som risken före erosionsskador blir mindre.

3.5 Strandnäsdiket

För att minska slamtillväxten i dammen grävs ett sandfång i diket. Detta görs genom att diket breddas mellan Lemlandsvägen och den nya dammen, utmed Nabbenvägen. Breddningen görs ut mot hagen (västerut). Slänten mot Nabbenvägen lämnas intakt. Vid arbetet ska hänsyn tas till träd genom att spara marken kring större träd. Bräddningen inte bredare än att en grävmaskin kan rensa diket stående på vägen (max ca 7 m). Den breddade dikesbotten ska ligga i nivå med dagens botten.

3.5.1 Bräddiket

Dammens inflöde begränsas för att inte riskera att ansamlade föroreningar ska spolats ut. Inflödet till dammen begränsas genom att en strypning skapas i befintlig vägtrumma under gång- och cykelvägen (eller genom att denna byts mot en mindre trumma). När flödet i Strandnäsdiket överstiger trummans kapacitet kommer vattennivån i diket uppströms att stiga. Vatten får då bräddas till ett nytt bräddike som anläggs längs gång- och cykelvägen, mellan Strandnäsdiket och Rökeridiket (Figur 9). Dikets botten vid Strandnäsdiket läggs på +1,0 m för att bara ta flöden som dammen inte hinner hantera. Övriga dimensioneringsparametrar visas i Tabell 5.

Tabell 5. Dimensionering av bräddiket.

Bottendjup start	Bottendjup slut	Släntlutning	Bottenbredd
+1,0	+0,1	1:2	1 m

3.6 Rökeridiket

För att förbättra vattenkvaliteten på vattnet som rinner i Rökeridiket görs en bräddning av diket där sand och större partiklar kan sedimentera. Rökeridikets avrinningsområde har uppskattningsvis en area på ca 30 ha. För att få en effektiv reduktion av partiklar bör ytan på bräddningen motsvara minst 0,1 % av avrinningsområdet, alltså 300 m². Botten i sedimentfällan anläggs 0,3 m under dagens dikesbottennivå.

För att Rökeridiket ska kunna klara av vattenflödet vid extrema flöden måste kapaciteten under cykelvägen förbättras. Dessutom behöver nedre delen av diket breddas för att göra plats för ett större flöde. Trumman som går under cykelvägen i Strandnäsdiket skulle kunna flytta still Rökeridiket för att öka kapaciteten (den ersätts av en klenare trumma, se ovan under Bräddiket).

3.7 Snöupplag

Det finns två alternativa platser för snöupplaget (Figur 8). Med ett upplag på den norra platsen ökar chanserna att rena vattnet och möjlighet finns att leda vattnet till våtmarkerna. Den södra platsen syns inte lika mycket från vägen men kommer å andra sidan att synas för de som rör sig på gång- och cykelvägen i Nabbenområdet.

En snötipp byggs med ett dränerat gruslager där sedimentation av partiklar kan ske. Man bör bygga upp kanter för att vatten inte ska rinna av på ytan och därigenom tvinga vattnet att infiltrera. Vattnet leds vidare genom dräneringsrör till Rökeridiket.

4 Kontrollprogram

Efter att anläggningen tagits i bruk bör provtagningar göras för att undersöka hur bra våtmarkerna avskiljer mikroplast och andra dagvattenföroreningar. Eftersom provtagning av dagvatten kräver flödesproportionell provtagning för att ge rättvisande resultat, vilket är både dyrt och arbetskrävande, föreslås att kampanjprovtagning utförs inom ramen för t.ex. ett eller flera examensarbeten. Mätningar bör göras vid flera regn/avsmältningstillfällen under olika årstider för att kunna ge bra bild av hur bra avskiljning våtmarkerna ger. Provtagningen bör ske före och efter våtmarkerna på platser där de fångar hela flödet.

5 Kostnadsuppskattning

Den totala kostnaden för att anlägga dessa våtmarker antas hamna kring 45 000 € enligt en kostnads kalkyl (Tabell 6 och Bilaga A). Den största kostnadsposten är anläggandet av dammen då stora massor måste flyttas. Dessa massor kan antagligen användas för vallkonstruktion.

Tabell 6. Antagna kostnader för att anlägga multifunktionella våtmarker i Nabben.

Åtgärd	Kostnad	Kommentar
Uppstart, uppföljning och besiktning	3 000,00 €	Konsulttid under projektets gång
Rökeridiket breddas	2 500,00 €	Bräddning mot åkermark. Ingen trädfällning, ingen flytt av stängsel. 300 m ²
Strandnäsdiaket breddas	5 400,00 €	Bräddning mot skogen.
Ny trumma under vägen	2 900,00 €	Ska klara 2,2 m ³ /s
Dämmning av strandnäsdiaket	1 800,00 €	Bygga ett dämme som släpper igenom ca 50 l/s mellan 0,8 m till 1 m
Bräddningsdike, Nytt dike	3 000,00 €	Gräva ett ca 120 m, 720 m ³ , botten bredd 1 m, kanter 1:2
Damm, dammvall med rör till översiln.	11 085,00 €	Gräva ca 2000 m ² ca 1,1 m djupt
Översilningsyta	-	Ingår i andra poster
Gäddvåtmark	-	Ingår i poster nedan
Djup kring utlopp	1 200,00 €	Ca 500 m ² djup 0,5 m
Våtmarksvall	6 360,00 €	200 m vall 1 m hög tvärsnittsarea ca 5 m ²
Dämmning av gäddvåtmark	3 600,00 €	Konstruera ett omlöp eller ett dämme med trappa
Oförutsädda kostnader	4 084,50 €	10 %
Totalt	44 929,50 €	

REFERENSER

- Andersson, J., Wedding, B., & Tonderski, K. (2006). *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker - Region- och metodjämförelser*. Uppsala: WRS AB och Ekologigruppen AB.
- Haikonen, K., Fång, J., & Thorsén, G. (2017). *Mikroplaser och läkemedel Mariehamns Stad 2017 - Detainsamling*. Stockholm: IVL Svenska miljöinstitutet.
- Josefsson, G., & Johansson, C. (2014). *Hantering och lagring av snö*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Jönsson, R. (2016). *Mikroplast i dagvatten och spillvatten, Avskiljning i dagvattendammar och anlagda*. Uppsala: Uppsala universitet.
- Linefur, H., Stjernman Forsberg, L., Kyllmar, K., Andersson, S., Johansson, G., & Blomberg, M. (2017). *Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2015/2016*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- SportFiskarna. (2012). *Åtgärder för mer rovfisk - Förstudie storskalig satsning på starka rovfiskbestånd*. Stockholm: Sportfiskarna, Sveriges Sportfiske- och Fiskevårdsförbund.
- Weisner, S., Johannesson, K., & Tonderski, K. (2015). *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket - Analys av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jordbruksverket.

Bilagor

A. Kostnadskalkyl

Tabell 7. Kostnadskalkyl för byggandet av multifunktionella våtmarker vid Nabben.

Åtgärd	Antal	Enhet	Pris/enhet	Kostnad	Kommentar
Uppstart, uppföljning och besiktning				3 000,00 €	Konsulttid under projektets gång
Rökeridiket breddas				2 500,00 €	Bräddning mot åkermark. Ingen trädfällning, ingen flytt av stängsel. 300 m2
Strandnäsdiaket breddas				5 400,00 €	Bräddning mot skogen.
Ny trumma under vägen				2 900,00 €	Ska klara 2,2 m3/s
Dämmning av strandnäsdiaket				1 800,00 €	Bygga ett dämme som släpper igenom ca 50 l/s mellan 0,8 m till 1 m
Nytt dike, bräddningsdike				3 000,00 €	Gräva ett ca 120 m, 720 m3, botten bredd 1 m, kanter 1:2
Damm + dammvall med rör till översiln.				11 085,00 €	Gräva ca 2000 m2 ca 1,1 m djupt
Översilningsyta				- €	Ingår i andra poster
Gäddvåtmark				- €	Ingår i poster nedan
Djup kring utlopp				1 200,00 €	Ca 500 m2 djup 0,5 m
Våtmarksvall				6 360,00 €	200 m vall 1 m hög tvärsnittsarea ca 5 m2
Dämmning av gäddvåtmark				3 600,00 €	Konstruera ett omlöp eller ett dämme med trappa
Oförutsädda kostnader 10 %				4 084,50 €	
Totalt				44 929,50 €	
Åtgärd	Antal	Enhet	Pris/enhet	Kostnad	Kommentar
Rökeridiket breddas				2 500,00 €	Bräddning mot åkermark. Ingen trädfällning, ingen flytt av stängsel. 300 m2
Gräva	20	h	75,00 €	1 500,00 €	ca 600 m3
Lastbil 3-axlad	20	h	50,00 €	1 000,00 €	

Strandnäsdiaket breddas				5 400,00 €	Bräddning mot skogen.
Gräva	40	h	75,00 €	3 000,00 €	ca 1200 m ³
Lastbil 3-axlad	40	h	50,00 €	2 000,00 €	
Trädfällning, bortforsling	8	h	50,00 €	400,00 €	
Ny trumma under vägen				2 900,00 €	Ska klara 2,2 m ³ /s
Gräva	8	h	75,00 €	600,00 €	
Lastbil 3-axlad	8	h	50,00 €	400,00 €	
Trumma , 1100	6	m	300,00 €	1 800,00 €	
Grus	10	m ³	10,00 €	100,00 €	
Dämmning av strandnäsdiaket				1 800,00 €	Bygga ett dämme som släpper igenom ca 50 l/s mellan 0,8 m till 1 m
Snikare	20	h	40,00 €	800,00 €	
Material	1	mängd	1 000,00 €	1 000,00 €	
Nytt dike, bräddningsdike				3 000,00 €	Gräva ett ca 120 m, 720 m ³ , botten bredd 1 m, kanter 1:2
Gräva	24	h	75,00 €	1 800,00 €	
Lastbil 3-axlad	24	h	50,00 €	1 200,00 €	
Damm + dammvall med rör till översiln.				11 085,00 €	Gräva ca 2000 m ² ca 1,1 m djupt
Gräva	73	h	75,00 €	5 475,00 €	ca 2200 m ³
Lastbil 3-axlad	73	h	50,00 €	3 650,00 €	
Rör samt läggning	50	m	35,00 €	1 750,00 €	Bygga en bra spridning av vatten till översilningsytan
Anlägga strypt utlopp	6	m	35,00 €	210,00 €	
Översilningsyta					

Ingår i vallkostnad ovan

Gäddvätmark

Ingår i poster nedan

Djup kring utlopp

				1 200,00 €	Ca 500 m2 djup 0,5 m
Gräva	16	h	75,00 €	1 200,00 €	ca 250 m3
Mindre dumper (ingår i andra poster)				- €	

Våtmarksvall

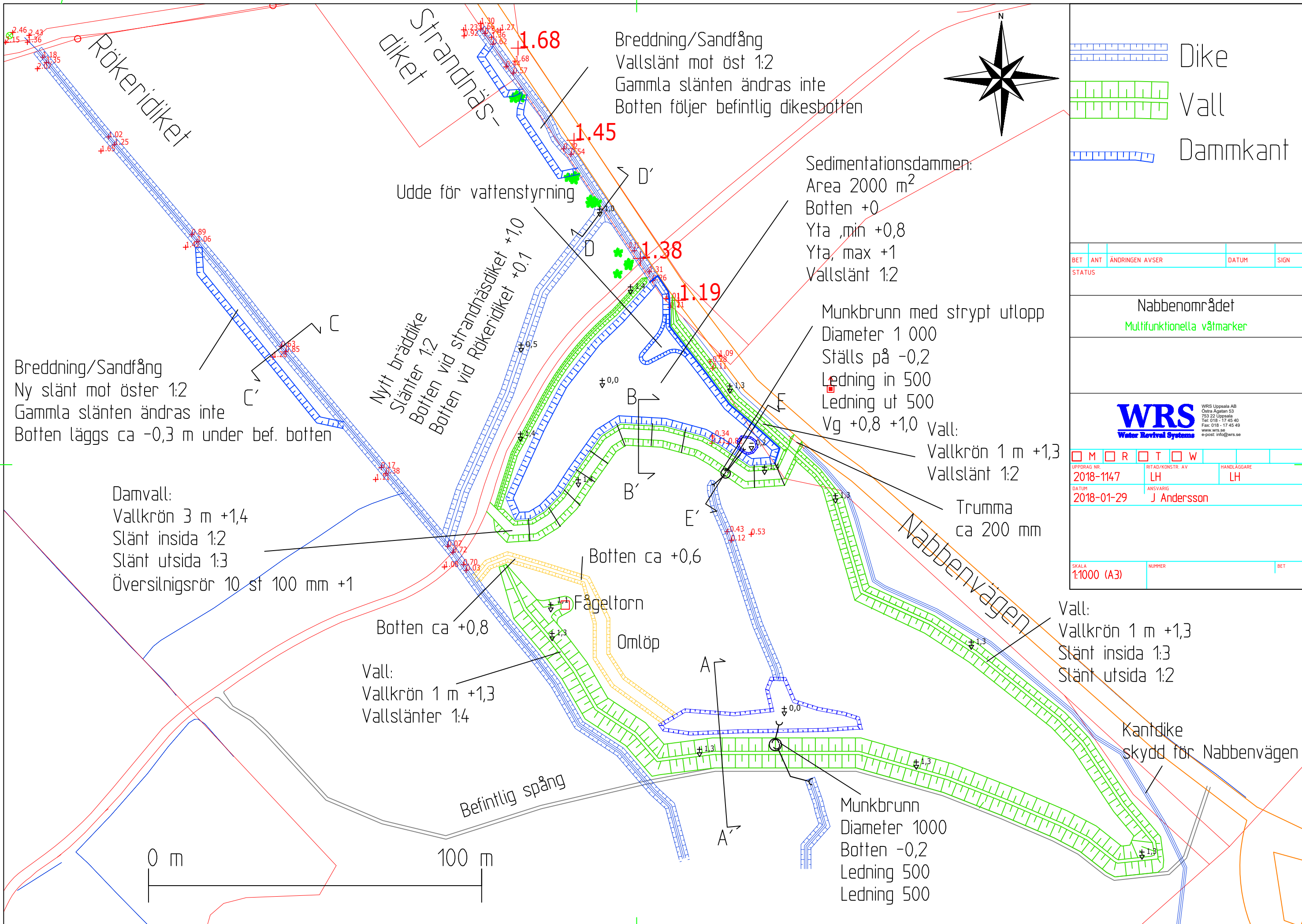
				6 360,00 €	200 m vall 1 m hög tvärsnittsarea ca 5 m2
Ta bort matjord under vall	8	h	75,00 €	600,00 €	
Fyllning för vall	16	h	75,00 €	1 200,00 €	
Mindre dumper	40	h	50,00 €	2 000,00 €	1000 m3 ska läggas ut
Nabbenvägen				1 900,00 €	Förlängning av vall efter Nabbenvägen ca 120 m
Trumma, 450	6	m	110,00 €	660,00 €	Läggs om vattnet behöver kunna rinna undan öster om Nabbenvägen

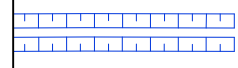


Dämmning av göddvätmark

				3 600,00 €	Konstruera ett omlöp eller ett dämme med trappa
Snikare	40	h	40,00 €	1 600,00 €	
Material	1	mängd	2 000,00 €	2 000,00 €	

B. Ritningar

Ritningar finns även i dwg-format.



-  Dike
-  Vall
-  Dammkant

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
STATUS				

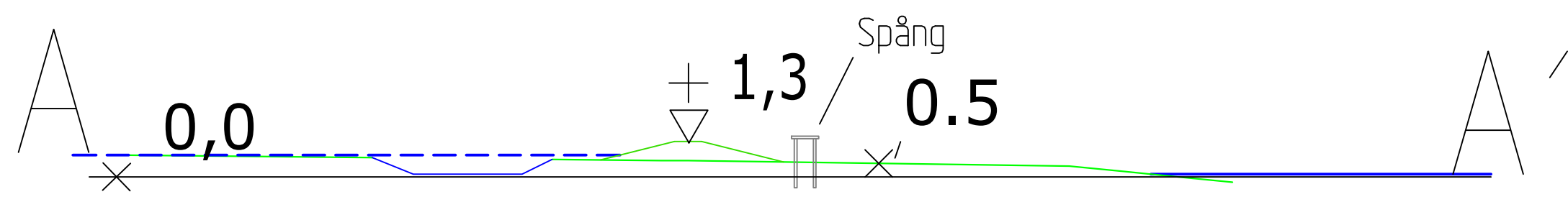
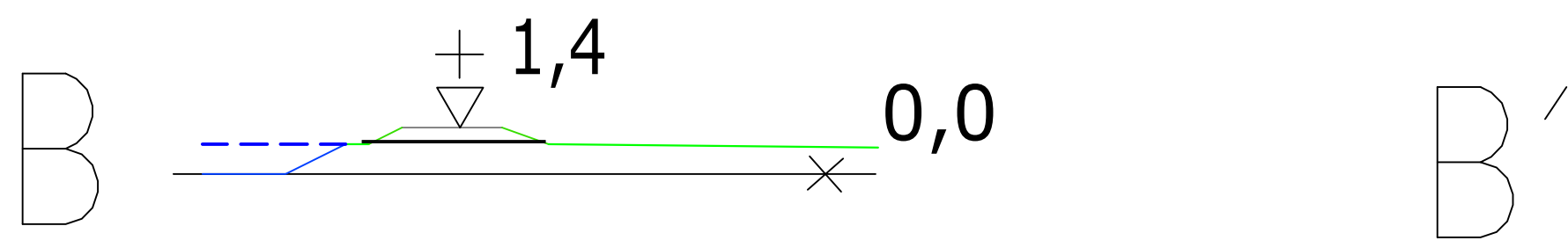
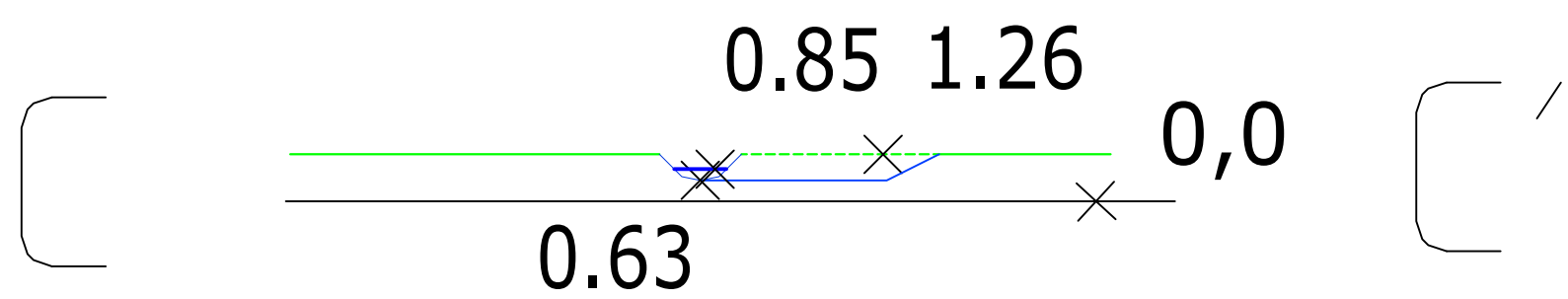
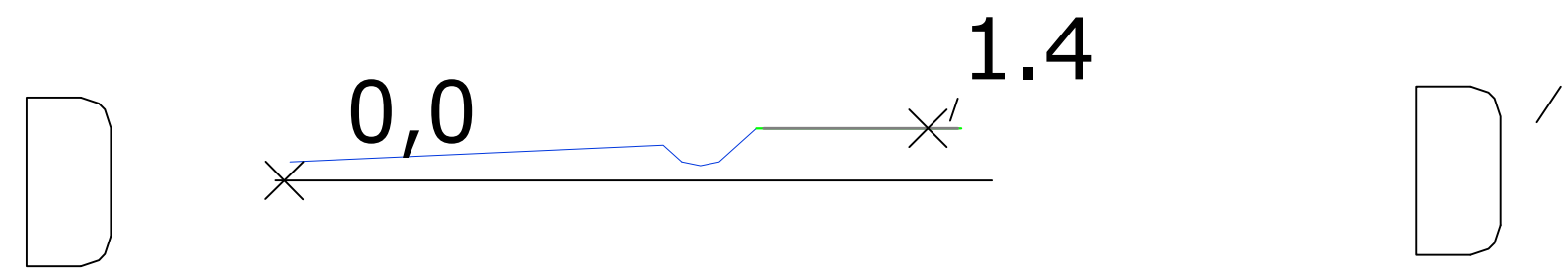
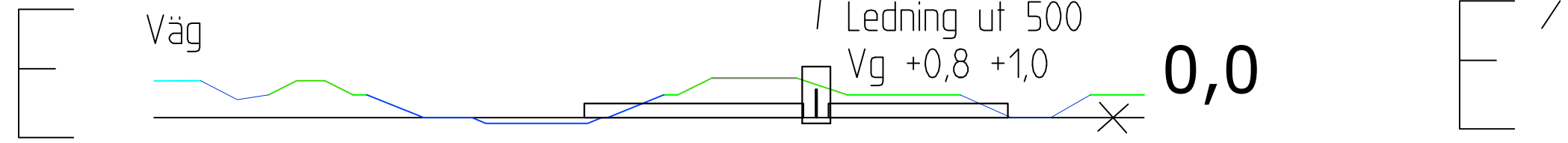
Nabbenområdet
Multifunktionella våtmarker




<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> R	<input type="checkbox"/> T	<input type="checkbox"/> W	
UPPDRAG NR. 2018-1147	RITAD/KONSTR. AV LH	HANDLÄGGARE LH		
DATUM 2018-01-29	ANSVARIG J Andersson			

SKALA 1:1000 (A3)	NUMMER	BET
----------------------	--------	-----

Munkbrunn med strypt utlopp
 Diameter 1 000
 Ställs på -0,2
 Ledning in 500
 Ledning ut 500
 Vg +0,8 +1,0



- Befintlig mark
- Befintlig Dike
- Damm
- Vattenyta, G.V. yta
- Väg
- Vall
- Avvattning
- + Ny höjd
- ▽
- × Bef. inmätt höjd
- ×' Bef. laser höjd

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
STATUS				
Nabben				
Multifunktionella Våtmarker				
				
<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> W				
UPPDRAG NR.	RITAD/KONSTR. AV		HANDLÄGGARE	
2018-1147	LH		LH	
DATUM	ANSVARIG			
2018-01-29	J Andersson			
SKALA	NUMMER	BET		
1:200 (A3)				