

Tveta våtmark öster

Förutsättningar för våtmark med grundvattenhöjning och
avrinningsfördröjning

2022-03-23

Författare: Per Nelsson
Upprättad, datum: 2022-03-23
Reviderad, datum: 2022-03-23
Beställare: Borgholms Kommun
Bolag: Structor Miljö Öst AB
Uppdragsnamn: Tveta våtmarksprojekt
Uppdragsnummer: 20045
Uppdragsledare: Daniel Glatz
Handläggare/utredare: Per Nelsson
Granskare: Daniel Glatz
Status: Slutversion

Innehåll

1. Inledning	5
1.1. Bakgrund.....	5
1.2. Tidigare undersökningar	5
1.3. Mål och syfte	6
1.4. Koordinatsystem.....	6
2. Metod	7
3. Områdesbeskrivning	8
4. Hydrologi	10
5. Fältundersökningar	11
5.1. Resultat, jordartskartering.....	11
5.1.1. Markens genomsläpplighet, hydrauliska försök	11
5.1.2. Tolkning.....	11
5.2. Inmätningar och vattenobservationer	12
6. Förslag till våtmark	15
6.1. Överblick.....	15
6.2. Västra våtmarken	16
6.3. Östra våtmarksområdet	17
6.3.1. Dämme 1 vid östra våtmarken	19
6.3.2. Delvis igenläggning av dikessträckan.....	19
6.3.3. Modifiering av dämme 2.....	21
7. Diskussion och Slutord	23
8. Referenser	24

Figurförteckning

Figur 1. Utredningsområdet (rött) i förhållande till Färjestaden.	5
Figur 2. Utredningsområdet för den östra våtmarken med diken synliga som rinner genom området.	8
Figur 3. Utdrag från jordartskartan för utredningsområdet. Ljusblått är lerig morän, brunt är kärrtorv finprickad orange är postglacial finsand och grovprickad orange är svallgrus.	9
Figur 4. Inmätta befintliga dikesnivåer av särskild vikt för utformningen.	12
Figur 5. Skiss av befintliga dämmen ”1” och ”2” i Figur 4.	13
Figur 6. Dämme 1 vid platsbesök den 10 november 2021.....	14
Figur 7. Dämme 2 vid platsbesök den 10 november 2021.....	14
Figur 8. Översiktskarta över föreslagna åtgärder. Mörkblå färg illustrerar vattnets väg i befintlig situation och ljusblå färg är vattnets väg och utbredning i föreslagen situation.	15

Figur 9. Vattenytans utbredning för västra våtmarken vid dämningnivån på + 37,3. Röd markering visar urgrävningsområde med djup på 0,5 m.....	17
Figur 10. Vattenytans utbredning för östra våtmarken vid nivån + 36,2 m. Röd omkrets visar urgrävningsområde med djup på 0,5 m.	18
Figur 11. Sträckan nedströms östra dämnet.	19
Figur 12. Jämförelse av avbördningskapacitet och nivå för dikesbotten (utan dämme 2) och överfall över dämme 2. Figuren visar att dämnet ger upphov till högre vattennivåer i diket än vad igenläggning skulle ge påverkan för.	20
Figur 13. Dimensioner och utformning på nya dämme 2. Befintliga dimensioner syns skuggade i bakgrunden.....	21
Figur 14. Avbördningskurva för dämme 2 med befintlig och planerad utformning. Den övre gränsen, +35,4 är dämnets överkant och över denna nivå bräddar vattnet över med mycket stor kapacitet. Medelvattenföring MQ = 0,023 m ³ /s och medelhögvattenföring MHQ = 0,203 m ³ /s.....	22

Tabellförteckning

Tabell 1. Uppskattad vattenvolym, vattendjup och schaktvolym för västra våtmarken. 17
Tabell 2. Uppskattad vattenvolym, vattendjup och schaktvolym för västra våtmarken. 18

Bilagor

Bilaga 1	Karta, undersökning provgropar
Bilaga 2	Fältprotokoll provgropar
Bilaga 3	PG1 & PG4 Slugförsök
Bilaga 4	Nivåmätningar västra våtmarken

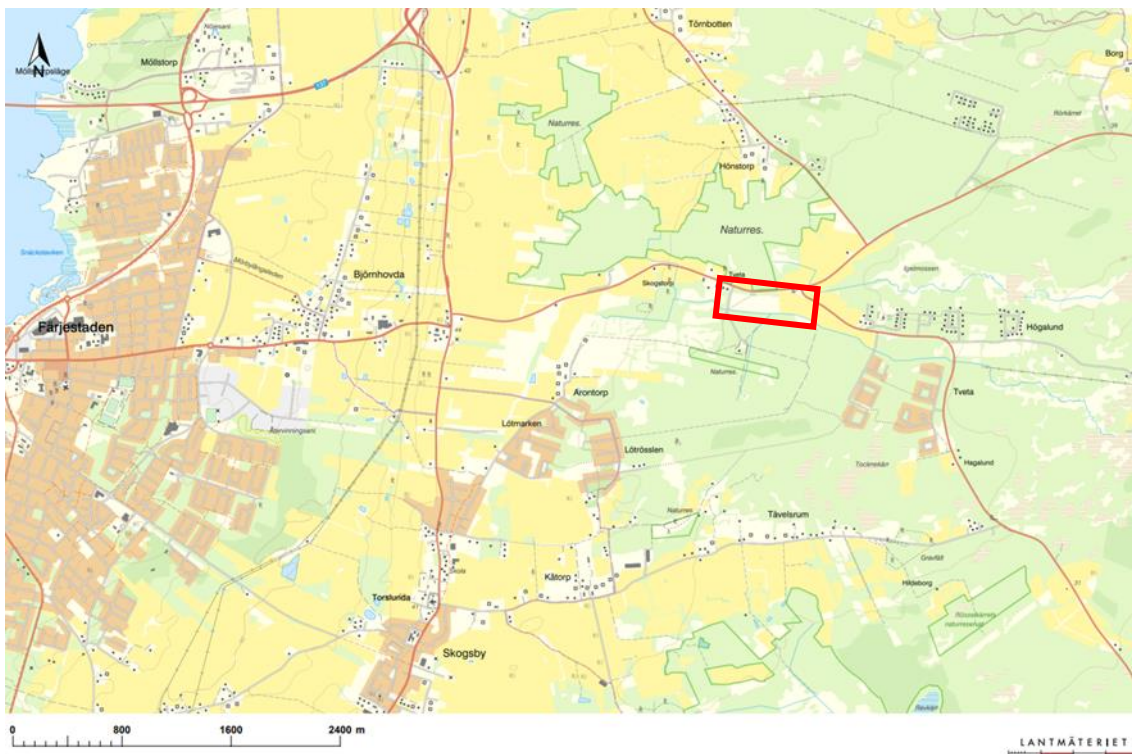
1. INLEDNING

1.1. Bakgrund

Projektet avser att undersöka möjligheten att skapa ett våtmarksområde vid Tveta på Öland, med syftet att höja grundvattennivån och skapa fördröjning på avrinning av vatten i området. Fördröjningen innebär att vatten hålls kvar i området under en större del av året vilket potentiellt verkar för högre grundvattennivåer och därmed bättre grundvattentillgång inom avrinningsområdet. En våtmark skulle också bidra till att rena vattnet från partiklar och reducera halter av framför allt näringsämnen.

Avrinningsområdet uppströms består av skogs- och jordbruksmark. Våtmarken kan potentiellt även bidra med naturvärden och bidrar till biologisk mångfald. Structor Miljö Öst AB har fått i uppdrag av Borgholms och Mörbylånga kommuner att utföra en geologisk undersökning i området samt att beskriva hydrologiska förutsättningarna och potentialen för ökad vattenbildning till vattentäkten.

Området som utreds är ca 5–6 ha stort och är beläget ca 4 km öster om Färjestaden, se Figur 1.



Figur 1. Utredningsområdet (rött) i förhållande till Färjestaden.

1.2. Tidigare undersökningar

Structor Miljö Öst har tidigare undersökt förutsättningarna för att anlägga en våtmark i Tveta i ett område något väster om området som utreds i denna utredning. Den utredningen, *Tveta våtmark – Förutsättningar för våtmark med grundvattenhöjning och*

avrinningsfördröjning, presenterade tre olika våtmarksalternativ som kombinerade dämning och schaktning för att erhålla en våtmarksvolym (Structor Miljö Öst, 2020).

Denna utredning är ämnad att vidare undersöka potentialen av en annan våtmark något nedströms denna, som potentiellt skulle kunna anläggas i serie.

1.3. Mål och syfte

Denna utredning avser att

- Utföra en geologisk undersökning och beskriva hydrogeologiska förhållanden i området.
- Beskriva vattenbildning inom avrinningsområdet under normala, torra och våta förhållanden
- Undersöka lämplig placering för våtmarken i hydrogeologiskt och topografiskt avseende
- Uppskatta och bedöma våtmarkens potential för den kommunala vattenförsörjningen.

1.4. Koordinatsystem

Koordinatsystem som använts för uppdraget är SWEREF 99 16 30 och höjdsystem RH2000.

2. METOD

Detaljerad jordartskartering genomfördes med grävmaskin i september 2021. Provgropar gjordes i 4 punkter för att beskriva jordlagerföljden samt uppskatta genomsläppligheten i de nedre jordlagren. I synnerhet undersöktes förekomsten av särskilt genomsläppliga zoner i moränen och i bergets överyta till följd av sorteringsprocesser (t ex permafrost) eller kvartsvittring i bergets övre del.

Målsättningen om minst 5 provgropar kunde inte hållas på grund av större tidsåtgång i varje provgrop till följd av vatteninströmning och hårt packad morän. Planerade provgropar spreds ut för att täcka ett större område med de som grävdes.

I provgroparna genomfördes även hydraulisk flödesmätning av grundvatteninströmningen. Den avsänkta grundvattenytans djup tillsammans med gropens bottenarea mättes och nivåhöjningen noterades varje minut under en testperiod på 5 minuter för att uppskatta de vattenförande jordlagrens hydrauliska konduktivitet. Detta gjordes i provgrop 1 och 4.

Inmätning av dikesbotten på flera platser har genomfördes med GPS-RTK för att bestämma uppströms och nedströms påverkan vid olika dämningarnivåer. Eventuella dämningkonstruktioner som påträffades mättes in. Vid ett flertal platser mättes tvärsnitt av dikesfåran.

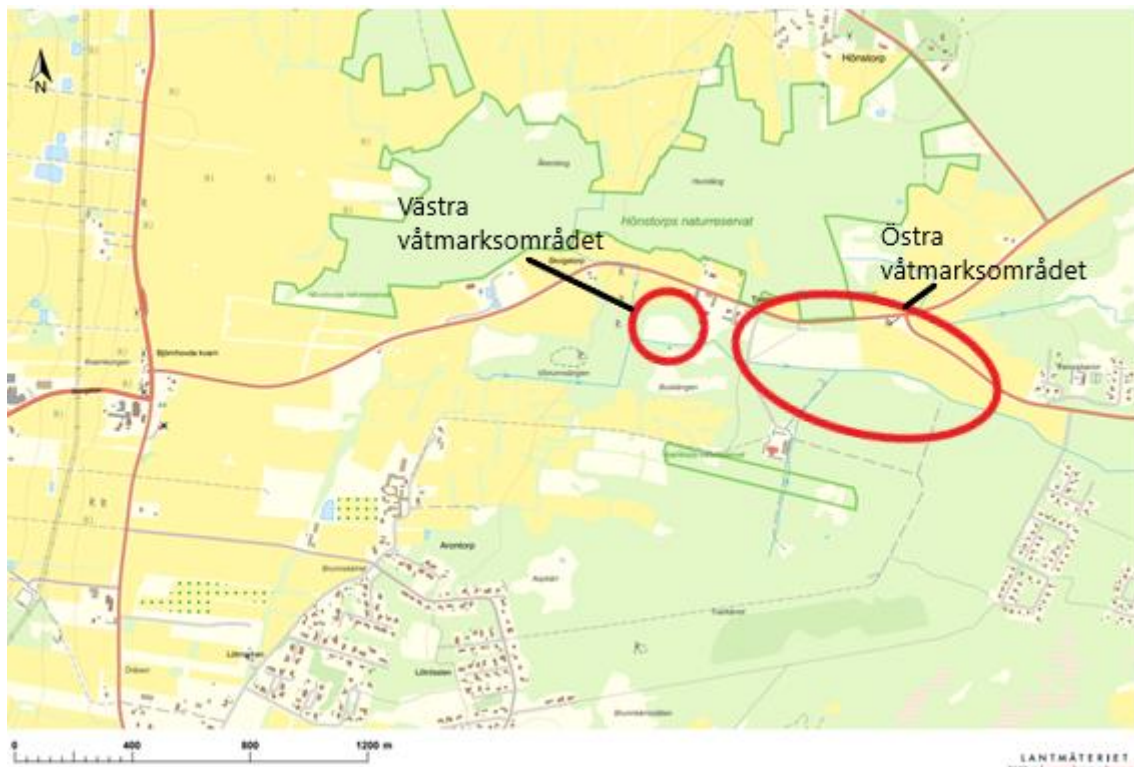
Vattenbildningen till våtmarken baserades på redan utförd hydrologisk analys för avrinningsområdet som baserades på data från S-HYPE-modellen från SMHI:s vattenwebb (Structor Miljö Öst, 2020).

Analys av nivådata från fältmätningar har gjorts i QGIS och modellering av schaktvolym och släntlutningar har gjorts i AutoCAD Civil3D.

3. OMRÅDESBESKRIVNING

Det undersökta området i Tveta är beläget ca 4 km öster om Färjestaden, se Figur 2 nedan. Området benämns i denna utredning också som *östra våtmarksområdet*, där utredningen från 2020 berör *västra våtmarksområdet*. För detaljerad beskrivning av västra utredningsområdet, se den tidigare rapporten *Tveta våtmark – Förutsättningar för våtmark med grundvattenhöjning och avrinningsfördröjning*.

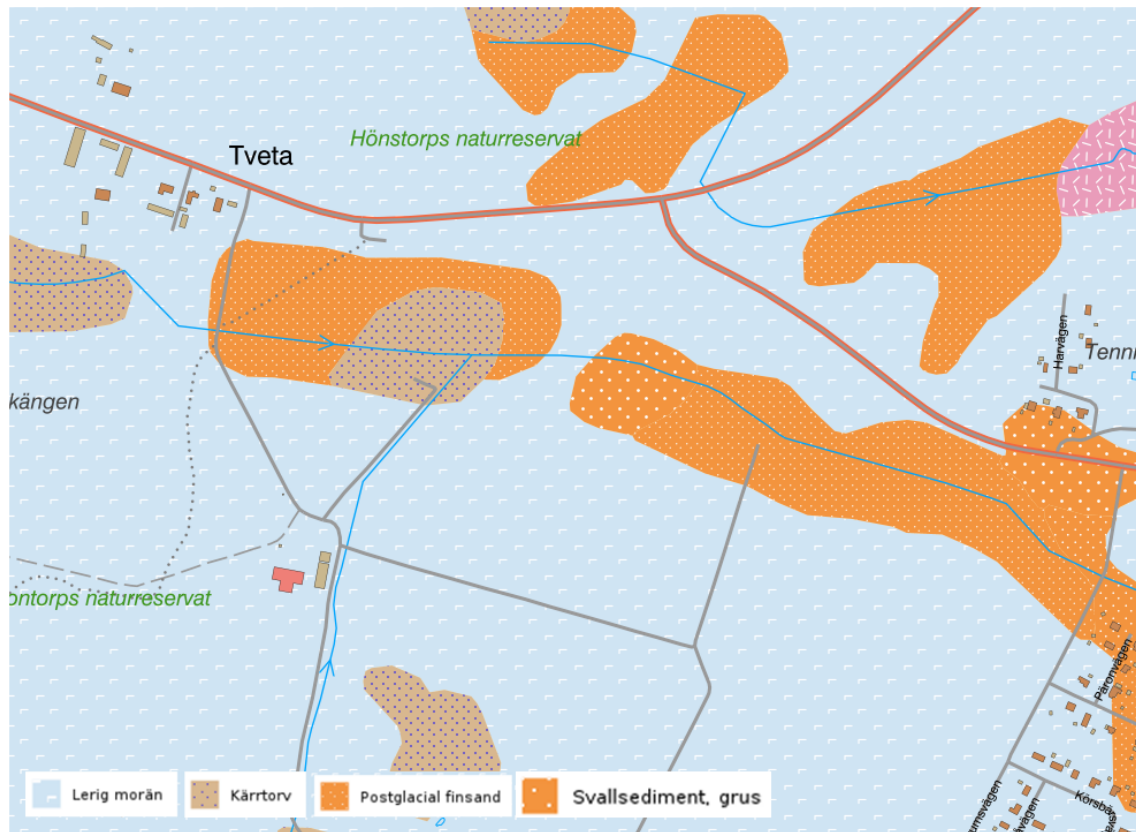
I norr avgränsas östra våtmarksområdet av vägen mellan Färjestaden och Norra Möckleby. I väster avgränsas området av infartsvägen till Tveta vattenverk. Två diken rinner in till området från väst och söder och förgrenas till östlig riktning. Det västliga är delavrinningsområdets primära dike. Marken som utreds tillhör till störst del fastigheten Björnhovda 3:11>2 som ägs av Mörbylånga kommun.



Figur 2. Utredningsområdet för den östra våtmarken med diken synliga som rinner genom området.

Det östra våtmarksområdet består till störst del av öppen betesmark i västra delen samt åkermark österut. I söder förekommer skog. Figur 3 visar jordartskartan i markytan över området (SGU(a), 2020-12-21). Jorden i markytan är till störst del lerig morän överlagrad med postglacial finsand följt av kärtrorv. Grundvattenytan har under

sommaren noterats till ca 1 m under markytan. Jorddjupet i området är ca 3 m enligt SGU:s jorddjupskarta (SGU(b), 2020-12-21). Berggrunden består av kalksten.



Figur 3. Utdrag från jordartskartan för utredningsområdet. Ljusblått är lerig morän, brunt är kärrtorv finprickad orange är postglacial finsand och grovprickad orange är svallgrus.

4. HYDROLOGI

I utredningen *Tveta våtmark – Förutsättningar för våtmark med grundvattenhöjning och avrinningsfördröjning* (Structor Miljö Öst, 2020) gjordes en hydrologisk analys av området med hänsyn på bland annat månadsvis medianvattenbildning och årlig vattenbildning under sommar- respektive vinterhalvåret. Området för våtmark som utreds i denna utredning ligger något nedströms och har ytterligare en dikesgren uppströms utredningsområdet, vilket ger ett något större avrinningsområde än vad som använts i ovan nämnd rapport.

Det vattenbildande området till den utredda platsen för båda våtmarkerna, västra och östra, är totalt ca 3,84 km², vilket är ca 50 % större än den vattenbildande yta som använts för beräkningarna i den utförda hydrologiska analysen till västra. Detta kompenseras genom att öka de dimensionerande värdena med 50 %. Delavrinningsområdet som bedöms avvattnas till den utredda våtmarksytan motsvarar ca 13 % av det totala avrinningsområdet.

Kompenseras resultaten från den tidigare utförda hydrologiska analysen kan det konstateras att det de senaste 16 åren årligen bildats minst 225 000 m³ vatten i delavrinningsområdet om man inkluderar torrvintern 2015-2016 och minst 450 000 m³ per år om den säsongen exkluderas.

5. FÄLTUNDERSÖKNINGAR

5.1. Resultat, jordartskartering

Provgropar grävdes inom området för den förväntade våtmarkens utbredning, norr om det befintliga diket. Provgroparnas placering kan ses i bilaga 1. I samtliga provgropar påträffades torv ytligt med en mäktighet på ca 40 cm. Detta var väntat då området är kartlagt som gammal våtmark, men utsträckningen på jordartskartan visade sig något fel och täcker inte hela torvområdet. Likt det västra området påträffades även ljus och smulig lera som tolkats som kalkrik bleke, men provgropen i norra delen av området, PG4, visade inget av detta.

Under bleken och torven fanns olika mäktigheter och fördelningar av finsand följt av relativt sorterat grus följt av morän. Moränen var hårt packad och fortsatte ända ner till det förmodade berget där detta påträffades som förväntat ca 3 m under markytan.

Någon meter under markytan började grundvatten strömma in i provgroparna och inströmningen ökade med ökat gräv djup. I provgrop 3 strömmade vatten upp från botten i lagret av finsand.

5.1.1. Markens genomsläpplighet, hydrauliska försök

Vid provgropsgrävning noterades kraftig vatteninströmning en bit ner i groparna. På jordartskartan anges att det är siltig eller lerig morän i området. Observerad jord i provgroparna har i något skede genomgått någon sorteringsprocess som gjort att jorden saknar kohesionsmaterial (silt-lera) i delar av jordprofilen och har även hög genomsläpplighet.

I provgrop PG1 och PG4 gjordes mätning av hur snabbt vattenytan steg i respektive grop efter tömning med grävskopa. Nivåhöjningen har relaterats till ostörd grundvattennivå på samma plats och har utvärderats som slugförsök med Hvorslevs metod. Gropens dimensioner mättes i fält och approximerades som cirkulära brunnar i akviferen med diameter på ca 2 m. Utvärdering av mätresultaten visar att hydraulisk konduktivitet i jordlagren vid båda groparna är ca $1 \cdot 10^{-4}$ m/s vilket är ett relativt högt värde jämförbart med mellansand för ett sorterat material. Resultat med utvärdering visas i bilaga 4.

5.1.2. Tolkning

För projektet medför en kraftigt vattenförande mark att en dämning av vatten över befintlig markyta kan få dålig funktion då vattnet sannolikt dräneras ut under och vid sidan av fördämningar utan att bilda någon större vattenvolym.

5.2. Inmätningar och vattenobservationer

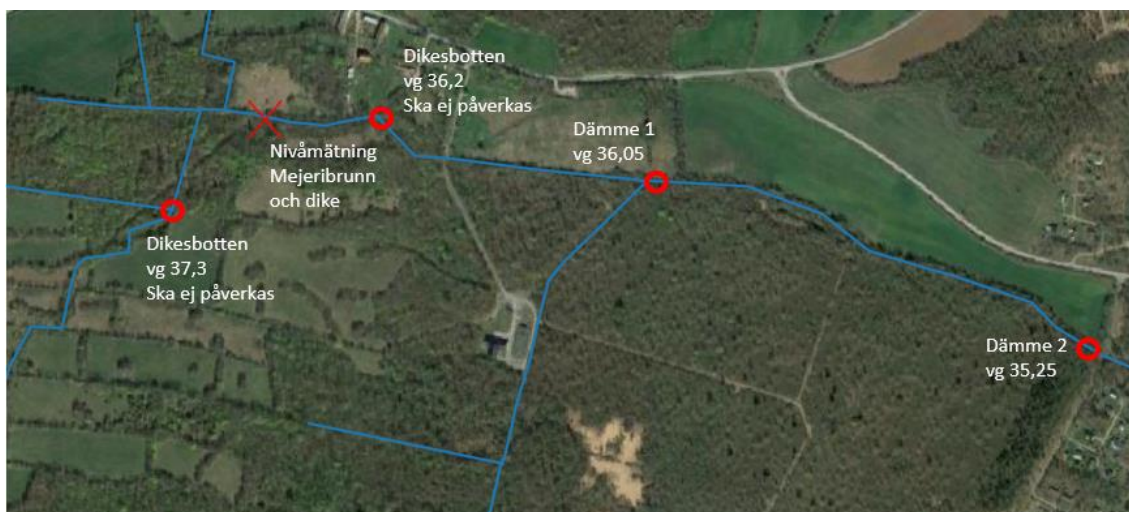
Vid inmätningar genomförda vid platsbesök säkerställdes dikesbotten vid flera punkter inom området för att kartlägga uppskattad påverkan uppströms och nedströms vid olika åtgärdsalternativ.

Definierande dikesbottennivå för västra våtmarken för att undvika uppströms påverkan på privata fastigheter mättes in till +37,3 möh, vilket är i punkten där tre diken möts sydost om västra våtmarksområdet, se Figur 4. Denna nivå är dimensionerande för dämningnivå för den västra våtmarken.

Vid den västra våtmarken genomfördes vattennivåmätningar i diket och i den f.d. mejeribrunn som finns intill diket, se markering i Figur 4. Resultaten av nivåmätningarna visar att det finns en stark samvariation mellan vattennivån i brunnen och i diket samt att vattennivån i diket är något lägre än i brunnen. Nivåfluktuationen är från 36,8 m, vilket är ca 0,3 m över dikesbotten till nästan 37,2 m som är ca 0,3 m under markytan vid brunnen. Kurvor för nivåvariationen visas i bilaga 4. Under mätperioden blev diket aldrig torrt, vilket egentligen förväntades eftersom det normalt inträffar under sommaren. Resultaten visar också att det finns hydraulisk kommunikation mellan grundvattnet och ytvattendraget.

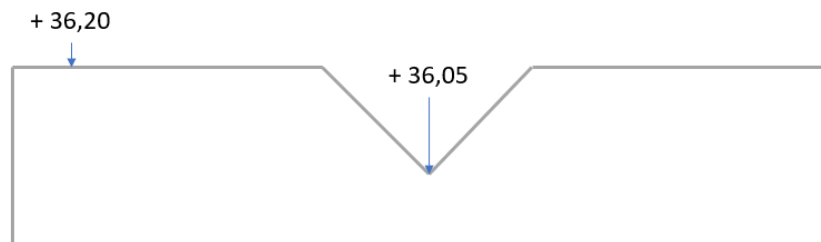
Den definierande nivån för östra våtmarken, alltså den nivå som inte bör överstigas utan påverkan på dräneringsnivåer vid bebyggelsen omedelbart norr om diket mättes in till +36,2 möh, se Figur 4. Denna nivå är dimensionerande för den östra våtmarken.

Inom det område där östra våtmarken utreds sitter idag två betongdämmen. Det uppströms liggande dämme (dämme 1) har ett V-format överfall och det nedströms liggande dämme (dämme 2) har ett rektangulärt överfall. Särskilt definierande höjder som mättes in runt om våtmarksområdet kan ses i Figur 4. Höjder och dimensioner på dämmena kan ses i Figur 5.

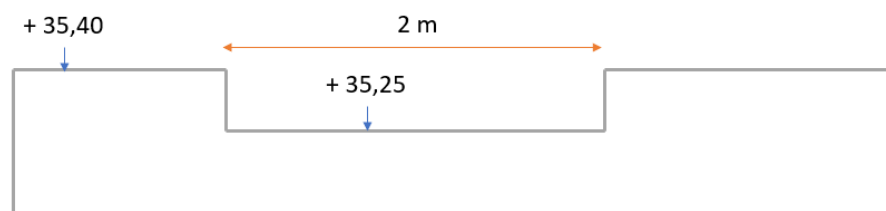


Figur 4. Inmätta befintliga dikesnivåer av särskild vikt för utformningen.

Dämme 1



Dämme 2



Figur 5. Skiss av befintliga dämmen "1" och "2" i Figur 4.

Figur 6 och Figur 7 visar de två identifierade betongdämmena vid platsbesök den 10 november 2021.



Figur 6. Dämme 1 vid platsbesök den 10 november 2021.



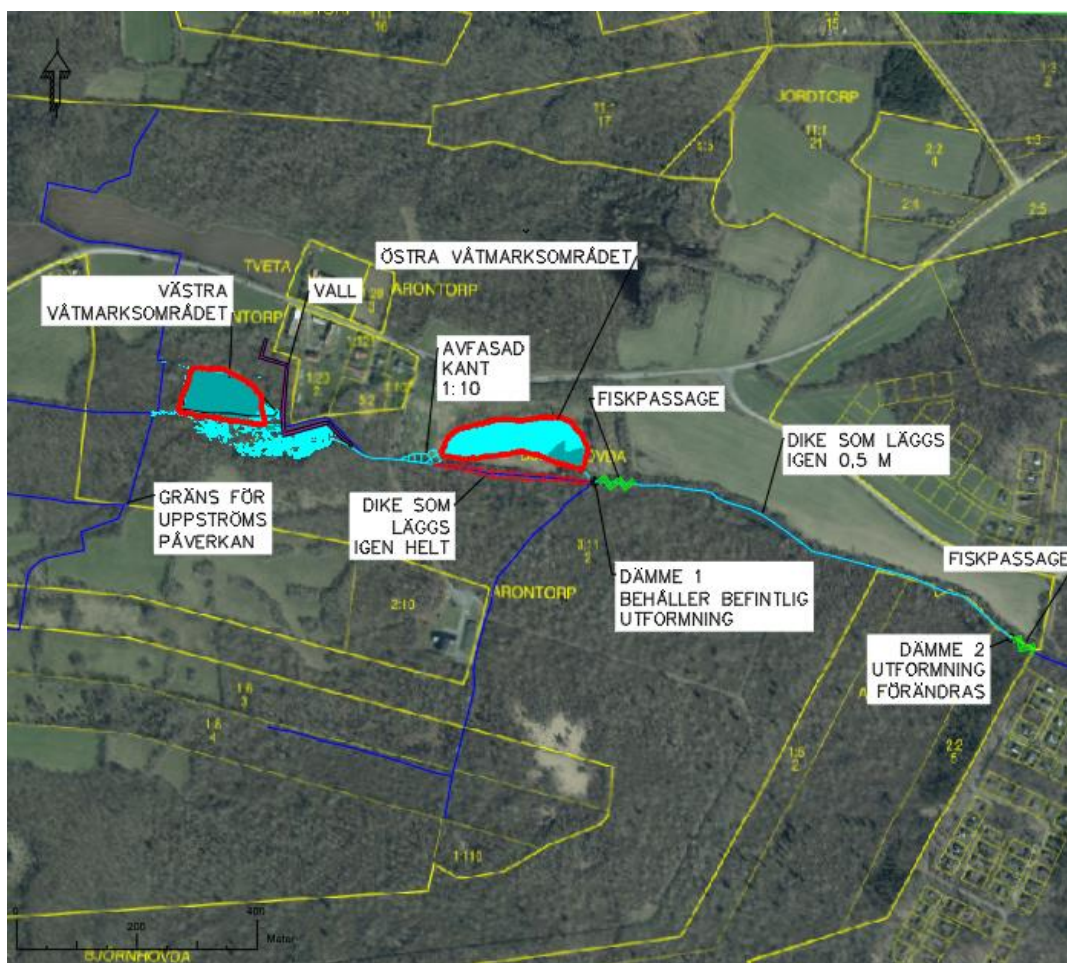
Figur 7. Dämme 2 vid platsbesök den 10 november 2021.

6. FÖRSLAG TILL VÅTMARK

6.1. Överblick

Syftet med att anlägga en våtmark på platsen är både att hålla kvar vatten för vattenförsörjningen, samt att se till att andra intressen kan gynnas, såsom ekologiska och rekreationella. Våtmarken designas utifrån dessa intressen och det går då att lägga vattenytan på bestämd nivå. Då kärrtorv förekommer i den naturliga sänkan där våtmarkens placering utreds har platsen sannolikt historiskt varit våtmark.

Nya åtgärder i det östra våtmarksområdet föreslås i kombination med redan beskrivna åtgärder uppströms i det västra våtmarksområdet (Structor Miljö Öst, 2020). Den västra våtmarksåtgärden justeras något jämfört med vad som är beskrivet i utredningen då nya fakta har inhämtats gällande dikesbottennivåer. Den föreslagna åtgärden omfattar en längre sträcka av diket och innefattar flera åtgärder på olika platser av olika omfattning. Förslagen beskrivs i följande avsnitt från uppströms till nedströms i diket primära sträckning. Figur 8 visar översikt över samtliga föreslagna åtgärder.



Figur 8. Översiktsskarta över föreslagna åtgärder. Mörkblå färg illustrerar vattnets väg i befintlig situation och ljusblå färg är vattnets väg och utbredning i föreslagen situation.

Fältundersökningarna i det östra våtmarksområdet har visat tecken på mycket stor vattenföring i jordlager från 1–2 m under markytan. Den hydrauliska konduktiviteten i moränen mättes till ca $1 \cdot 10^{-4}$ m/s vilket kan jämföras med sand. I och med detta bedöms en våtmark skapad med alltför höga dämningströsklar inte kunna hålla kvar någon stor volym på grund av att vattnet skulle bortledas i de undre jordlagren utan att våtmarken fylls till full kapacitet. Dämning behöver göras så att varje enskild tröskel är låg med liten nivåskillnad mellan uppströms och nedströmssidan, så att det inte uppstår förutsättningar för grundvattenflöde under och vid sidan om.

Återvätning av torvjordar är en klimatpositiv åtgärd, eftersom torvtillväxt är en effektiv kolsänka. Åtgärder som innebär vattenhöjning utan urschaktning av torv bör därför prioriteras schaktning i kärrtorv för att skapa vattenvolymer. Den föreslagna fördröjningsvolymen i våtmarken bildas i första hand genom höjd grundvattennivå i befintlig mark, samt vissa ytliga vattenytor i området. Viss schaktning runtom dämmningsplatser kommer ändå att behövas för hållbar anläggning av fördämningar i diket.

6.2. Västra våtmarken

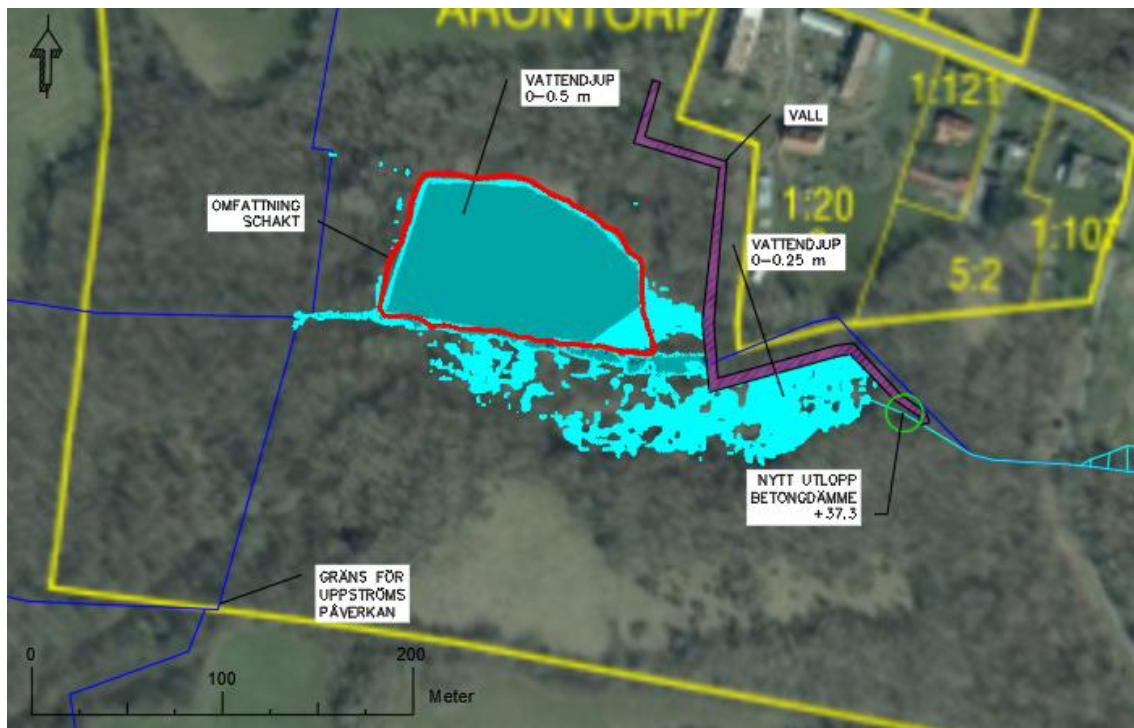
Västra våtmarken föreslås anläggas i likhet med åtgärdsalternativ 2 i föregående utredning (Structor Miljö Öst, 2020) men med vissa justeringar gällande schaktdjup och dämmningsnivå. Den nivå som inte bör överstigas med hänsyn till påverkan på uppströms liggande fastigheter har mätts in till 37,3 m ö h (tidigare estimerat till 37,7). Schaktdjup och schaktområde för våtmarken föreslås också göras något mindre omfattande än det tidigare förslaget. Urgrävning föreslås göras ner till ca 0,5 m u my och provgroppsprotokoll visar att den bortschaktade jordvolymen främst kommer att bli torv och bleke. Släntlutningen sätts till 1:10 för att ge en bred strandzon. Schaktning föreslås begränsas till den befintliga öppna gräsytan inom området, norr om diket.

I likhet med den tidigare utredningen uppnås fördämningen genom att en vall anläggs i nordost mellan den nya våtmarken och tomtgränsen för Arontorp 1:20>2. Och utloppet görs i form av ett betongdämme med krönnivån + 37,3 m. Sträckan precis nedströms dämnet utformas för att möjliggöra fiskpassage.

Vallen läggs förslagsvis med ett avstånd på 10 m mellan släntfooten och fastighetsgränsen. Denna buffertyta kan även användas som transportväg förbi den färdiga våtmarken. Då vallen delvis behöver anläggas på befintlig torvmark behöver vallen konstrueras så att den säkert får en tät och fördämmande funktion. Utloppspunkten görs i form av ett betongdämme för att inte riskera erosion vid utloppspunkten. Vallens massvolymbehov har uppskattats till 800 – 1000 m³ och massorna behöver vara tillräckligt täta.

Våtmarkens utbredning i området illustreras i Figur 9 och dess dimensioner och volymer kan ses i Tabell 1. Våtmarken hamnar helt inom fastigheten Björnhovda 3:11 och beräknas preliminärt inte påverka dräneringsnivån för fastigheter uppströms. Den beräknade vattenvolymen är beräknad till den ovan jord och tar inte hänsyn till

grundvatten. Dämningsnivån medför också en ökad grundvattennivå vid högvatten och denna volym är inte inkluderad i den beräknade våtmarksvolymen.



Figur 9. Vattenytnans utbredning för västra våtmarken vid dämningsnivån på +37,3. Röd markering visar urgrävningsområde med djup på 0,5 m.

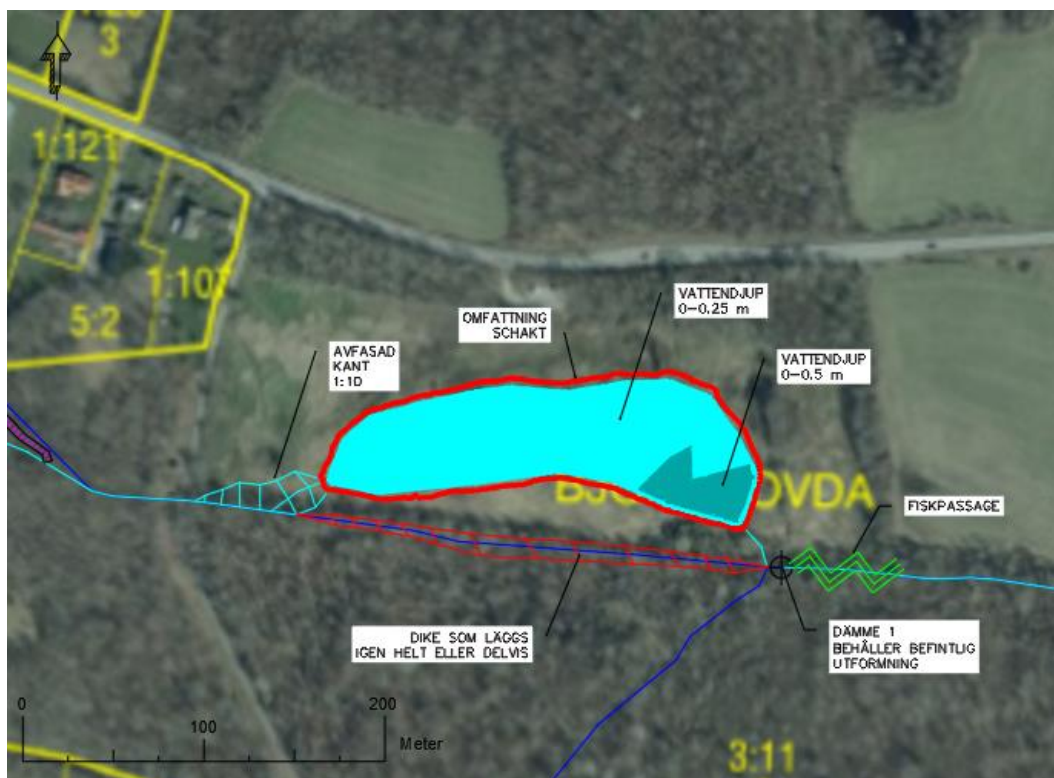
Tabell 1. Uppskattad vattenvolym, vattendjup och schaktvolym för västra våtmarken.

	Värde	Enhet	Kommentar
Högvattennivå	37,3	m ö h	
Vattenvolym ovan markytan	5 000	m ³	
Maximalt vattendjup	ca 0,5	m	
Genomsnittligt vattendjup	ca 0,3	m	
Schaktvolym	3 200	m ³	Mestadels torv

6.3. Östra våtmarksområdet

Dikessträckan mellan vägen till vattenverket och det V-formade dämnet (Dämme 1) föreslås ledas till en urgrävning på det öppna gårdet norr om det befintliga diket. Likt den västra våtmarken görs urgrävningen 0,5 m djup med flacka slänter med lutningen 1:10, inklusive dikessträckan mellan väg och urgrävning. Avfasningen av dikeskant

samt urgrävningens placering anpassas med hänsyn till stigen mellan parkeringen i norr och Arontorps naturreservat och ska återansluta till det befintliga diket uppströms dämme 1. Den del av dikessträckan som den nya urgrävningen förbiledar föreslås läggas igen, åtminstone delvis, för att ge ökad tröghet i dikessystemet. Figur 10 visar östra våtmarkens utbredning och Tabell 2 visar dess dimensioner och volymer.



Figur 10. Vattenytans utbredning för östra våtmarken vid nivån + 36,2 m. Röd omkrets visar urgrävningsområde med djup på 0,5 m.

Tabell 2. Uppskattad vattenvolym, vattendjup och schaktvolym för västra våtmarken.

	Värde	Enhet	Kommentar
Högvattennivå	36,2	m ö h	
Vattenvolym	2 200	m ³	
Maximalt vattendjup	ca 0,35	m	
Genomsnittligt vattendjup	ca 0,14	m	
Schaktvolym	5 900	m ³	Mestadels torv och bleke
Igenläggning parallellt dike	325	m ³	

6.3.1. Dämme 1 vid östra våtmarken

Betongdämnet benämnt som dämme 1 föreslås bevaras i sin befintliga utformning. Sträckan omedelbart nedströms detta dämme anpassas för att bli vandringsbar för fisk genom att flackas ut över en längre sträcka. Detta finns delvis i befintlig situation men bara under en kortare sträcka. Utöver fiskvandringstågården vid själva dämnet föreslås också en delvis igenläggning av en längre dikessträcka samt modifikation av dämme 2. Dessa förslag beskrivs mer detaljerat nedan. Åtgärdens sträckning visas översiktligt i Figur 11.



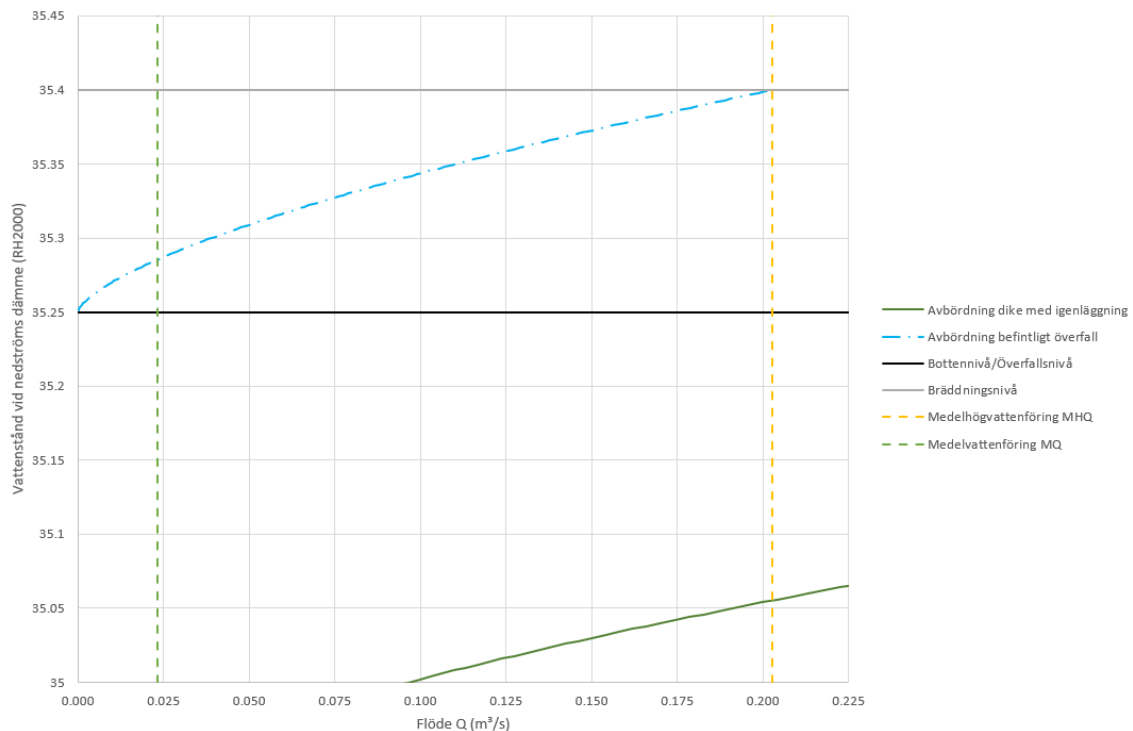
Figur 11. Sträckan nedströms östra dämnet.

6.3.2. Delvis igenläggning av dikessträckan

Dikesbotten mellan de två dämmena föreslås höjas med ca 0,5 m. Detta skulle medföra en bredare och mer plan dikesbotten samt en mindre brant gradient initialt efter dämme 1, utöver den anpassning som tidigare nämnts med hänsyn till fiskvandring. En mindre brant nivågradient nedströms dämnet ger ett långsammare flöde, både i själva diket men även grundvattenströmningen under och runt själva diket. Denna längre och långsammare förbiströmning gör att dränering av jorden fördröjs och medför i teorin en ökad grundvattenbildning. Dikessträckan ligger nära dricksvattenbrunnar och den ökande grundvattenbildningen bedöms därför kunna ha märkbar effekt för vattenförsörjningen.

Behov av schaktmassor för igenläggning av dike har beräknats. En genomsnittlig beräkning av tvärsnittsarean upp till 0,5 m över dikesbotten ger en area på 1,25 m² per m som behöver fyllas med jordmaterial för igenläggningen. En sträcka på 800 m kräver således ca 1 000 m³ massor.

Dämme 2 är beläget nedströms dämme 1 och dämmer redan vattennivån under dikessträckan. Igenläggning av diket kommer inte att förändra utbredning av de ytor som svämmar över dikeskanterna på den delsträckan. Mätningar av dikets djup och bredd har använts i hydrauliska flödesberäkningar. Jämförelse av teoretisk avbördningskapacitet hos diket med den nya bottennivån vid dämme 2 och överfallets avbördningskapacitet visar att i normalfall är dämme 2 fortfarande mer begränsande när det kommer till vattennivå i dikessträckan. Detta kan ses i Figur 12.



Figur 12. Jämförelse av avbördningskapacitet och nivå för dikesbotten (utan dämme 2) och överfall över dämme 2. Figuren visar att dämnet ger upphov till högre vattennivåer i diket än vad igenläggning skulle ge påverkan för.

Överfallets befintliga avbördningskapacitet har beräknats med ekvation 1 och för diket har ekvation 2 använts.

Avbördningsformel för skarpkantat rektangulärt överfall:

$$Q = C_d * \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * b_e * H^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

Där Q =flöde, C_e =Koefficient (0,62 enligt (Hamill, 2011)),
 g =gravitationskonstant, b_e =effektiv bredd ($b - K_b = 2 \text{ m} - 0,00275 \text{ m}$), H =
vattendjup i överfallet (Hamill, 2011).

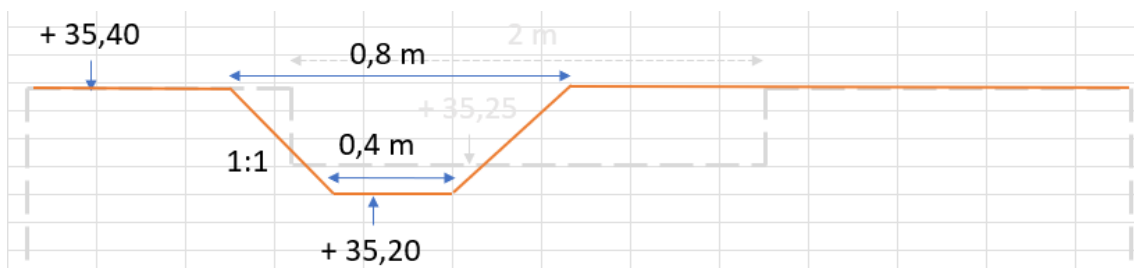
Mannings formel:

$$Q = A_v * M * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S} \quad (2)$$

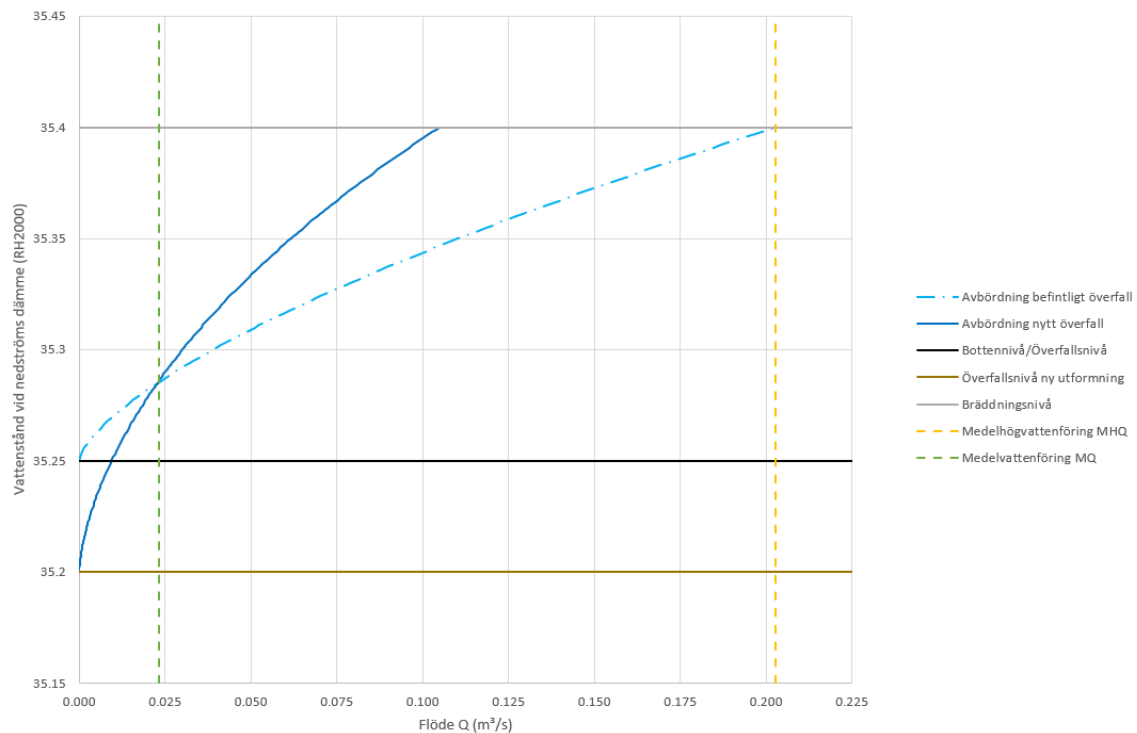
Där Q =flöde, A_v =tvärsnittsarea för flödet, M =Mannings tal (antaget till 40),
 R_h =hydraulisk radie, S =sluttning (1 ‰)

6.3.3. Modifiering av dämme 2

Dämme 2 behåller sin nuvarande plats men anpassas gällande form på överfallet för att ge ett större vattendjup vid lägre flöden vilket ökar vandringsbarheten för fisk. Överfallet görs trapetsformat med sidolutningen 1:1 och lägsta krönnivån sänks från +35,35 till +35,20. Lägsta dräneringsnivån sänks då lite grann, men det kompenseras av att den vattenförande sektionen görs smalare. Bottenbredden sätts förslagsvis till 0,4 m. Se Figur 13 för dimensioner på ny utformning och Figur 14 för jämförelse av avbördningskurvan för dämmet vid befintlig och föreslagen utformning.



Figur 13. Dimensioner och utformning på nya dämme 2. Befintliga dimensioner syns skuggade i bakgrunden.



Figur 14. Avbördningskurva för dämme 2 med befintlig och planerad utformning. Den övre gränsen, +35,4 är dämmets överkant och över denna nivå bräddar vattnet över med mycket stor kapacitet. Medelvattenföring MQ = 0,023 m³/s och medelhögvattenföring MHQ = 0,203 m³/s

Avbördningskurvorna har beräknats enligt ekvation 1 och 3, som presenteras nedan, och flödesdata för medelvattenföring har hämtats från S-HYPE för avrinningsområdet och korrigerats till delavrinningsområdets storlek.

Avbördningsformel för skarpkantat trapetsformat överfall:

$$Q = C_d * \sqrt{2g} * \left(\frac{2}{3} * L_0 * H^3 - \frac{4}{5} * H^5 \right) \quad (3)$$

Där Q=flöde, Cd=Koefficient (0,62, (Hamill, 2011)), g=gravitationskonstant, L₀=överfallets bredd (0,4 m), H = vattendjup i överfallet (Hamill, 2011).

Flödesberäkningarna visar att vattenytans plushöjd över dämnet blir något lägre för den föreslagna utformningen vid låga till medelhöga flöden men det simbara djupet blir större. Vid flöden större än ca 23 l/s är den absoluta vattennivån högre med den nya utformningen upp till och med dämnet övre krön, varefter utflödet bräddas med mycket stort flöde för båda utformningar. Bräddning kommer att ske vid lägre flöden med den nya utformningen.

Dikessträckan precis nedströms dämme 2 höjs och flackas också ut över en längre sträcka för att ge en jämn bottengradient för fiskvandring.

7. DISKUSSION OCH SLUTORD

De föreslagna åtgärderna förväntas innebära fördröjd avrinning genom både att det skapas utjämningsvolym i öppna vattenytor och att dräneringen av omgivande marker går långsammare. Det innebär att det blir mer grundvatten tillgängligt för vattenuttag i dricksvattenbrunnar och att grundvattenbildningen ökar. Grundvattnet hamnar i brunnar i stället för att rinna ut i diket. Effekten på vattenbildningen är svår att mäta och beräkna men de föreslagna åtgärderna bedöms vara omgivningsanpassade ingrepp som ger ökad fördröjningsvolym och tröghet i flödessystemet. De två större våtmarksvolymerna beräknas sammanlagt erbjuda en vattenvolym på 7 200 m³ ovan mark vid maximal dämningnivå men den kringliggande grundvattenytan kommer att höjas som följd till detta, vilket ger en större ökad grundvattenvolym i området. Igenläggningen av diket mellan dämmena 1 och 2 ger enbart upphov till en ökad grundvattenvolym kvarhållen volym i området.

En genomgående hänsyn och anpassning för vandringsbarhet kan göra att de båda våtmarkerna kan nås av fisk och därmed potentiellt kunna ge större biologisk mångfald i området. Effekten beror även av hur konnektiviteten i vattendraget ser ut längre nedströms i systemet.

Dräneringsnivåerna på dämmena är satta så att påverkan på odlad mark uppströms ska kunna undvikas och så att dräneringsförhållanden för bebyggelse i omgivningen ska kunna förbli på samma nivå som idag.

8. REFERENSER

Bondelind, M., & Häggström, S. (2018). *Hydraulik för samhällsbyggnad*. Stockholm: Liber.

Hamill, L. (2011). *Understanding Hydraulics*. Palgrave Macmillan.

SGU(a). (2020-12-21). *www.sgu.se*. Hämtat från Kartvisaren, jordartskartan 1:50000.

SGU(b). (2020-12-21). *Kartvisaren, jorrdjupskartan*. Hämtat från Vid Tveta.

SMHI. (2020-06-08). *vattenwebb, modelldata per område. dealvrinningsområde 40357*. Hämtat från <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

Structor Miljö Öst. (2020). *Tveta våtmark - Förutsättningar för våtmark med grundvattenhöjning och avrinningsfördröjning*. Kalmar.

BILAGA 1

Provpunktskarta



FÖRKLARINGAR:

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 16 30
HÖJDSYSTEM: RH 2000

— Vattendrag

Provgröpar

● Grävda Provgröpar Östra

Bakgrundskarta: Bing Aerial

RITNING:

Grävda provgröpar 2021-09-15

Ritad av: PN

Datum: 2022-09-17

Structor

STRUCTOR MILJÖ ÖST AB
NORRA VÄGEN 37
392 34 KALMAR

PROJEKT: Tveta Våtmarksprojekt
PROJEKTNUMMER: 20045

BESTÄLLARE: Borgholms kommun

SKALA: 1:3000 (A3)

Bilaga 1

BILAGA 2

Fältprotokoll provgrovar

Provtagning Jord

Uppdragsnamn Tveta Våtmarksprojekt	Punktnummer PG1	Datum 210915	Blad	
Metod (t ex skr, grop)	Referensyta (t ex my) my	Marknivå/referensnivå 36,4	Signatur PN	
Plats (enkel beskrivning):				
Grundvattenrör <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej	Material (tex PE)	Dimension, ytter diameter (mm)	Dimension innerdiameter (mm)	
Typ av spets	Filtertyp	Tot rörlängd inkl. filter (m)	Filterlängd -	
Grundvattenobservation (Fri vattenyta i provhål eller grv-rör)				
Datum 210915	Tid 07:40	Djup under referensnivå 1,0 (0,5 efter viss tid)	Nivå 35,6 (35,9)	
Djup (m) under ref.yta	PID, XRF etc	Jordart fältbedömning	Anmärkning (lukt, färg, foto etc)	XRF/PID analys (nr)
0 – 0,40		Kärrtorv	Svartbrun	
0,40 – 0,50		Bleke	Vitgrå	
0,50 – 1,0		fiSa	Järnutfällningar	
1,0 – 1,2		Gr	Svallgrus Påtaglig vatteninträning	
1,2 – 2,6		Mn	Påtaglig vatteninströmning Antydning till sortering	
		Når ej berg		

Uppdragsnamn Tveta Våtmarksprojekt	Punktnummer PG2	Datum 210915	Blad	
Metod (t ex skr, grop)	Referensyta (t ex my) my	Marknivå/referensnivå 36,5	Signatur PN	
Plats (enkel beskrivning):				
Grundvattenrör <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej	Material (tex PE)	Dimension, ytter diameter (mm)	Dimension innerdiameter (mm)	
Typ av spets	Filtertyp	Tot rörlängd inkl. filter (m)	Filterlängd -	
Grundvattenobservation (Fri vattenyta i provhål eller grv-rör)				
Datum 210915	Tid 9:50	Djup under referensnivå 1,2 (0,7 efter viss tid)	Nivå 35,3 (35,8)	
Djup (m) under ref.yta	PID, XRF etc	Jordart fältbedömning	Anmärkning (lukt, färg, foto etc)	XRF/PID analys (nr)
0 – 0,3		Kärrtorv	Svartbrun	
0,3 – 0,9		Bleke	Vitgrå Mjuk, våt, svampig	
0,9 – 1,0		leSa	Grå Järnutfällningar	
1,0 – 1,9		fiSa	Måttlig-liten vatteninträning	
1,9 – 2,0		Gr	Svallgrus Påtaglig vatteninträning	
2,0 – 2,9		Mn	Påtaglig vatteninträning Järnutfällningar	
		Stopp mot förmodat berg		

Ort/Datum
Kalmar 2021-09-15
Vår referens

Per Nelsson

Uppdrag
20045 Tveta
Våtmarksprojekt



Uppdragsnamn Tveta Våtmarksprojekt	Punktnummer PG3	Datum 210915	Blad	
Metod (t ex skr, grop)	Referensyta (t ex my) my	Marknivå/referensnivå 36,3	Signatur PN	
Plats (enkel beskrivning):				
Grundvattenrör <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej	Material (tex PE)	Dimension, ytter diameter (mm)	Dimension innerdiameter (mm)	
Typ av spets	Filtertyp	Tot rörlängd inkl. filter (m)	Filterlängd -	
Grundvattenobservation (Fri vattenyta i provhål eller grv-rör)				
Datum 210915	Tid 11:35	Djup under referensnivå 1,1 (0,7 efter viss tid)	Nivå 35,2 (35,6)	
Djup (m) under ref.yta	PID, XRF etc	Jordart fältbedömning	Anmärkning (lukt, färg, foto etc)	XRF/PID analys (nr)
0 – 0,3		Kärrtorv	Svartbrun	
0,3 – 0,9		Bleke	Tunt varvat torvskikt ca 0,4 mummy	
0,9 – 1,4		fiSa	Uppströmning av vatten ut botten	
1,4 – 1,5		Gr	Betydande vatteninträngning Järnutfällning	
1,5 – 2,30		Mn	Kraftig vatteninträngning Övre skikten av moränen sorterade	
		Ej stopp mot berg		

Structor Miljö Öst

Postgatan 2
39233 Kalmar
Tel vxl: 0480-22622

Teknikringen 1E
583 30 Linköping
Tel vxl: 013-12 27 23

Ort/Datum
Kalmar 2021-09-15
Vår referens

Per Nelsson

Uppdrag
20045 Tveta
Våtmarksprojekt



Uppdragsnamn	Punktnummer	Datum	Blad	
Tveta Våtmarksprojekt	PG4	210915		
Metod (t ex skr, grop)	Referensyta (t ex my)	Marknivå/referensnivå	Signatur	
	my	36,5	PN	
Plats (enkel beskrivning):				
Grundvattenrör <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nej	Material (tex PE)	Dimension, ytter diameter (mm)	Dimension innerdiameter (mm)	
Typ av spets	Filtertyp	Tot rörlängd inkl. filter (m)	Filterlängd	
			-	
Grundvattenobservation (Fri vattenyta i provhål eller grv-rör)				
Datum	Tid	Djup under referensnivå	Nivå	
	13:20	0,90	35,6	
Djup (m) under ref.yta	PID, XRF etc	Jordart fältbedömning	Anmärkning (lukt, färg, foto etc)	XRF/PID analys (nr)
0 – 0,4		Kärrtorv	Svartbrun	
0,4 – 0,7		Sa	Järnutfällningar Till synes ej fiSa	
0,7 – 3,2		Mn	Liten-måttlig vatteninströmning Betydande vatteninströmning längre ner	
		Stopp mot förmodat berg		

Structor Miljö Öst

Postgatan 2
39233 Kalmar
Tel vxl: 0480-22622

Teknikringen 1E
583 30 Linköping
Tel vxl: 013-12 27 23

BILAGA 3

PG1 & PG4 Slugförsök

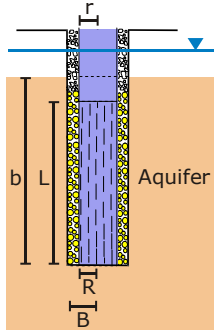
Wells

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta



	Name	X [m]	Y [m]	Elevation (a.s.l.) [m]	Penetration	R [m]	L [m]	r [m]	B [m]	b [m]
1	PG1				Fully	1	1.7	1	1	1.7
2	PG4				Fully	1.1	1.5	1.1	1.1	1.1



Slug Test - Water Level Data

Page 1 of 1

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta

Slug Test: Slugtest PG1

Test Well: PG1

Test Conducted by: Per Nelsson, Daniel Glatz

Test Date: 2021-09-15

Water level at t=0 [m]: 1.70

Static Water Level [m]: 0.00

Water level change at t=0 [m]: 1.70

	Time [s]	Water Level [m]	WL Change [m]
1	0	1.70	1.70
2	60	1.635	1.635
3	120	1.585	1.585
4	180	1.53	1.53
5	240	1.49	1.49
6	300	1.45	1.45



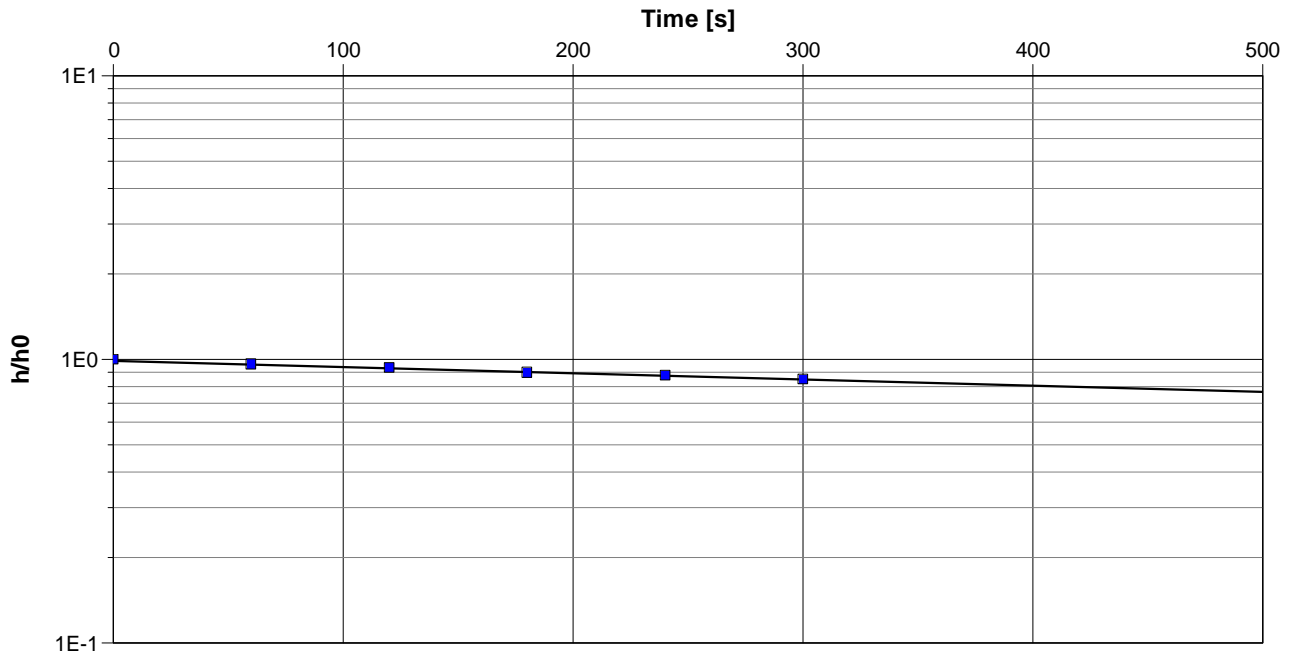
Slug Test Analysis Report

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta	Slug Test: Slugtest PG1	Test Well: PG1
Test Conducted by: Per Nelsson, Daniel Glatz		Test Date: 2021-09-15
Analysis Performed by: Glatz	Hvorslev	Analysis Date: 2022-03-23
Aquifer Thickness: 1.70 m		



Calculation using Hvorslev

Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]	
PG1	7.90×10^{-5}	



Slug Test - Water Level Data

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta

Slug Test: Slugtest PG4

Test Well: PG4

Test Conducted by: Per Nelsson

Test Date: 2022-03-23

Water level at t=0 [m]: 1.10

Static Water Level [m]: 0.00

Water level change at t=0 [m]: 1.10

	Time [s]	Water Level [m]	WL Change [m]
1	0	1.10	1.10
2	60	1.03	1.03
3	120	0.98	0.98
4	180	0.91	0.91
5	240	0.86	0.86
6	300	0.80	0.80



Slug Test Analysis Report

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta

Slug Test: Slugtest PG4

Test Well: PG4

Test Conducted by: Per Nilsson

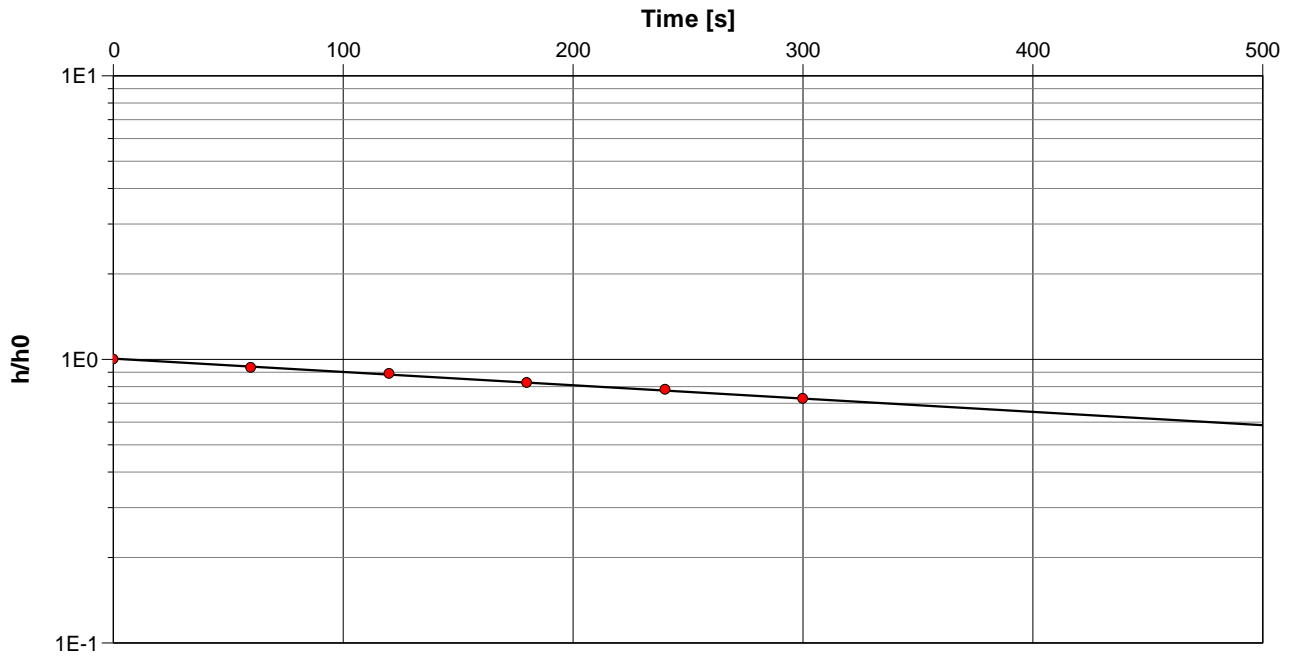
Test Date: 2022-03-23

Analysis Performed by: Glatz

Hvorslev

Analysis Date: 2022-03-23

Aquifer Thickness: 3.00 m



Calculation using Hvorslev

Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]
PG4	1.35×10^{-4}



Slug Test - Analyses Report

Project: Tveta provgropar

Number: 20045

Client: Borgholms kommun

Location: Tveta

Slug Test: Slugtest PG4

Test Well: PG4

Test Conducted by: Per Nelsson

Test Date: 2022-03-23

Aquifer Thickness: 3.00 m

	Analysis Name	Analysis Performed by	Analysis Date	Method name	Well	T [m ² /s]	K [m/s]	S
1	Hvorslev	Glatz	2022-03-23	Hvorslev	PG4		1.35×10^{-4}	

BILAGA 4

Loggade vattennivåer

