

Datum
2022-06-15

Vattenmöllan i Mölle

Seminarium 16 juni 2022

Översiktsbild

Sedan 1617 har det legat en kvarn i Vattenmöllebäcken på den plats där vattenmöllan ligger idag. Driften av vattenmöllan avslutades år 1897, främst på grund av vattenbrist.

Ytterligare en anledning till nedläggningen var konkurrensen från vindmöllor. Eftersom det blåser mycket i Mölle har en vindmølla goda förutsättningar att mala säd under hela året. En vattenmølla som är beroende av vattentillgången kan däremot tvingas att stå stilla under långa perioder på grund av torr väderlek, särskilt under sommaren.

Erforderlig vattentillgång och flödesmätningar

En viktig detalj i den hydrologiska utredningen var att beräkna hur mycket vatten som krävs för att mala mjöl. Ett sätt att ta reda på detta är att jämföra med en likadan kvarn som är i drift.

Blåherremöllans vattenmølla har ett kvarnhjul med diametern 4,0 m vilket är samma storlek som kvarnhjulen i denna kvarn.

En skillnad är dock att i Mölles vattenmølla kommer vattnet in på toppen av vattenhjulet medan vattnet i Blåherremølla kommer in på något lägre nivå, vattnet utnyttjas således bättre i Mölles vattenmølla.

Flödet i Blåherremølla mättes med tre olika metoder:

1. Ytvattenhastigheten (sträcka, tid, sektionsarea)
2. Bestämmande sektion (sektionsarea, vattendjup)
3. Naturliga vattendjupet i intagsrännan (lutning, vattendjup, friktionskoefficient)

Flödesmätning 1, ytvattenhastigheten

Strax uppströms kvarnen fanns det i intagskanalen en sträcka på ungefär 4 meter där tvärsektionen var i stort sett konstant, bredden var ca 1,8 m och vattendjupet ungefär 18 cm. Arean A var då ca 0,3 m². Tiden som det tog för ett löv att färdas denna sträcka mättes till 6 sekunder. Det innebär att ythastigheten var 0,67 m/s.

I varje bok om hydraulik i öppna vattendrag brukar det finnas det en bild som visar hastighetsfördelningen i en älvsektion. Om den genomsnittliga hastigheten är 1 m/s så är hastigheten 1,5-2,5 m/s nära vattenytan och ca 0,5 m/s utmed botten på grund av friktion mot stenar och gräs. Enligt en tumregel är tvärsektionens medelhastighet ca 50-70 % av ythastigheten.

Jag har räknat med att medelhastigheten är 60 % av ythastigheten.

$$v_{\text{medel}} = 0,6 * 0,67 = 0,40 \text{ m/s}$$

$$\text{Vattenföringen } Q = A * v_{\text{medel}}^3 = 0,30 * 0,40 = 0,12 \text{ m}^3/\text{s} (=120 \text{ l/s})$$

Flödesmätning 2, bestämmande sektion

En bestämmande sektion definieras som en sektion där vattnet övergår från strömmande till stråkande tillstånd. I strömmande tillstånd virvlar vattenmolekylerna omkring medan de i stråkande tillstånd flyter linjärt. En bestämmande sektion kan uppstå när en älvbotten ändrar lutning som framgår av bilden.

Uppströms Blåherremöllas intagslucka var vattendjupet vid mättillfället 0,2 m högre än tröskelnivån och nedströms låg den 0,1 m över tröskeln. Det innebär att det förekom motdämning. Tröskelns bredd var 1,3 m.

Figuren visar ett brett överfall. Vattendjupet h var i vårt fall 0,2 m framför luckan och 0,1 m efter luckan. Längden B var längre än 2 m. När förhållandet $h/B < 0,1$ så är avbördningskoefficienten $\mu = 0,48$.

Flödesmätning 3, naturligt vattendjup

Mätningen utfördes i intagsrännan omedelbart uppströms kvarnhjulet. Rännans bredd är 80 cm och vattendjupet i rännan vid mättillfället var 7 cm. Med ett vattenpass uppmättes att rännan föll 2 cm på en sträcka av 61 cm. Det bedömdes att ett s.k. naturligt vattendjup hade bildats.

Naturligt vattendjup kallas det vattendjup som bara kan råda vid likformig strömning i (långa och raka) kanaler och öppna diken, där vattnet är opåverkad av både strömningsförhållandena uppströms och strömningsförhållandena nerströms.

Resultat

Den genomsnittliga vattenföringen med de tre metoderna bestämdes till ca 120 l/s. Vattentillgången var då dålig, kvarnhjulet gick runt men det var nätt och jämnt att det gick att mala.

Med hänsyn till att vattnet kommer in på toppen av Mölles vattenmølla och att 120 l/s var lite för lite för att mala i Blåherremølla är det rimligt att anta att ca 150 l/s borde räcka för att mala i Mölles vattenmølla.

Vatteninsamlingsområden

Före nedläggningen

Före utdikningarna drevs möllan med vatten från ett ca 4 km² stort vatteninsamlingsområde som sträckte sig upp till Björkeröds mosse och Håkull, Himmelstorp, Solhaga och Bränneslyckan. Det vill säga områdena 1, 2 och 3

Vattenmöllans vatteninsamlingsområde före nedläggningen var ca 4 km².

Vid återupptagen drift

Ungefär samtidigt som möllan lades ner började Krapperup att dränera åkrarna uppströms möllan genom utdikningar. Vid utdikningarna grävdes både öppna diken och täckta diken med dräneringsrör. Detta fick till följd att allt vatten från avrinningsområde 1 med Björkeröds mosse nu leds till ett öppet dike som rundar "Nybygget" på Tvillinghusvägen innan det fortsätter ut i Öresund ca 100 m norr om vattenmöllan. Tidigare leddes detta flöde till vattenmöllan.

Krapperups reservoar som används för konstbevattning av Krapperups åkrar byggdes efter vattenmöllans nedläggning. Under vintern styrs vattnet från område 3 med en ventilbrunn till reservoaren medan det fortsätter till vattenmöllan under det övriga året. När reservoaren är full leds dess tillrinning genom ett bräddavlopp ut i Öresund vid Lerhamn ca 1,2 km söder om vattenmöllan.

Utdikningar, täckdikningar samt avledningen till Krapperups reservoar har fått till följd att vattenmöllans vatteninsamlingsområde under vintern har minskat till ca 1/3 av det ursprungliga. Endast vatten från område 2 kommer då till möllan. Under övriga året medverkar vatteninsamlingsområdena 2 och 3, dvs ca 2/3 av det ursprungliga vatteninsamlingsområdet. Förändringarna av tillrinningarna till vattenmöllan är direkt proportionella mot förändringarna av vatteninsamlingsområdet.

När driften av möllan ska återupptas nästa år är således de hydrologiska förutsättningarna betydligt sämre än före nedläggningen då det också var ont om vatten.

SMHI:s material

Nederbörd, avdunstning och avrinning för olika delområden i Sverige finns på SMHI:s hemsida, Vattenwebb - Modelldata per område.

De hydrologiska beräkningarna i denna studie baseras på SMHI:s beräknade flödesdata för nordvästra Kullahalvön. Vårt delområde betecknas som SUBID 467. Av bilden framgår att det råder samma hydrologiska förutsättningar för hela kuststräckan från Höganäs upp till Kullen.

I tabellen har SMHI för varje dygn 1999-2014 redovisat det totala flödet i m^3/s som rinner ut från området. Områdets storlek är $62,96 \text{ km}^2$.

Vattenmöllans vatteninsamlingsområde före nedläggningen var 4 km^2 . I den tredje kolumnen har detta områdes vattenföring beräknats genom nedproportionering, hela områdets avrinning har multiplicerats med $4/62,96$.

Beräknade tillrinningar före och efter utdikningar

Tillrinningarna före nedläggningen har beräknats genom direkt proportionering av flödet från hela SUBID 467 med arean $62,96 \text{ km}^2$ mot vattenmöllans vatteninsamlingsområdes area 4 km^2 .

Vid beräkningen av flödena vid nuvarande förhållanden har hänsyn tagits till att vatteninsamlingsområde 1 inte längre kommer till möllan samt att vattnet från vatteninsamlingsområde 3 under vintern, oktober till och med mars, leds till Krapperups reservoar.

Detta har fått till följd att årsmedelflödet har minskat från 26 l/s till 13 l/s . Störst är minskningen under vintern då vatten endast kommer från delområde 2.

Varaktighetskurvor jan-mars före utdikningar

Hydrologin i denna studie baseras på 15 års dygnsmedeltillrinningar, totalt 5475 värden. För januari månad fanns då totalt $15 \times 31 = 465$ dygnsvärden.

För att en uppfattning ska erhållas om dygnstillrinningarnas variationer inom varje månad sammanställdes i ett första steg samtliga januari-, februari och marsmånaders dygnsvärden. Det var 465 värden för januari, 420 för februari och 465 för mars. Varje månads dygnsvärden sorterades därefter i fallande ordning och plottades ut i varaktighetskurvor:

Kurvorna visar att det är stora variationer inom varje månad. Februaris månadsmedelvärde är 54 l/s medan det högsta dygnsvärdet var 278 l/s och det lägsta 10 l/s . För januari och mars var variationerna något mindre.

Varaktighetskurvor före utdikningar

Samtliga månaders flödesvariationer har sammanställts i följande diagram:

Som framgår av varaktighetskurvorna var det sällan som den naturliga tillrinningen till vattenmöllan översteg den erforderliga drivvattenföringen 150 l/s. Under januari och februari översteg tillrinningen 150 l/s under ca 3 % av tiden eller under ca 20 timmar per månad. Under april till juni översteg tillrinningen aldrig 150 l/s och under juli till september översteg den 150 l/s under ca 1% av tiden, dvs under ca 7 timmar per månad. För att det skulle vara möjligt att mala under längre tid var det nödvändigt att samla vatten i framförallt Hålldammen och Kvarndammen för att sedan tappa ur detta vatten när mjöl skulle malas.

Varaktighetskurvor nuvarande förhållanden

Beräknade varaktighetskurvor för dagens situation, dvs efter utdikningar och avledning till Krapporups reservoar, visas i följande figurer:

Av kurvorna framgår att vid nuvarande förhållanden är det bara under ca 0,5% av tiden i juli (totalt ca 4 timmar) som flödet överstiger 150 l/s. Under all övrig tid under året krävs det alltid tillskott från en reservoar.

Drift- och återfyllnadstider före nedläggningen

Beräkningarna visar att möllan kunde köra ett pass à ca 2,5 timmar per dygn under april, juli och augusti, därefter stoppades driften för återfyllning. Under maj, juni, augusti, september och oktober krävdes det minst ett dygn enbart för återfyllning.

Under månaderna januari-mars kunde möllan köras ca 3,5 timmar varefter dammarna återfylldes under 6-8 timmar. Under dessa månader kunde möllan köras drygt 2 pass à ca 3,5 timmar per dygn.

Vid tillfällen med hög arbetsbelastning kunde även Björkeröds mosses vatten utnyttjas. Mossens vatten räckte för att driva möllan under ca 40 timmar. Tillrinningen till mossen tillät att den tappades ur ca 2-3 gånger varje vinter.

Drift- och återfyllnadstider vid återupptagen drift

När driften återupptas kommer en ny kvarndamm med samma dimensioner och volym som den ursprungliga att byggas. Hålldammen och Björkeröds mosse kommer inte att kunna användas för vattenreglering. Den totala regleringsvolymen blir då 480 m³.

När möllan åter tas idrift kommer den att kunna mala mjöl under ca 1 timme. Därefter måste kvarndammen återfyllas vilket kommer att ta 11-19 timmar under sommaren och ca 6-9 timmar under vintern.

Ovanstående återfyllningstider gäller vid månadsmedelvattenföringar. Under juli och augusti då möllan ska visas för turister är dessa 12 respektive 10 l/s vilket innebär att det i medeltal tar 11,1 respektive 13,3 timmar att fylla kvarndammen.

Slutsats

Vid ursprungliga förhållanden och reservoarvolymen 1 230 m³ kunde möllan köras under 2,4 timmar då tillrinningen var 10 l/s och under 3,1 timmar då tillrinningen var 40 l/s. Med samma tillrinningar kan den renoverade möllan köras under 0,95 respektive 1,2 timmar då reservoarvolymen har minskat till 480 m³.

En slutsats av beräkningarna är att det är framförallt den tillgängliga regleringsvolymen i den nya kvarndammen som avgör hur länge som mjöl kommer att kunna malas utan avbrott. Eftersom den erforderliga tillrinningen för att driva möllan är ca 150 l/s är det av marginell betydelse om den naturliga tillrinningen är 10 eller 40/s.

Det är således viktigt att kvarndammen görs så stor som möjligt.

Jämförelse med andra vattenmöllor

Som framgår av tabellen hade möllan ett litet vatteninsamlingsområde jämfört med andra möllor redan före Krapperups dräneringsarbeten. Efter dräneringsarbetena är vatteninsamlingsområdet ännu mindre.

Även nederbörden i mm/år är lägst, trots detta är avdunstningen i mm/år högst och följaktligen är avrinningen i mm/år betydligt lägre än vid någon av de andra möllorna.

Kombinationen av ett litet vatteninsamlingsområde, låg nederbörd och hög avdunstning gör att Mölles vattenmölla har en mycket låg tillrinning jämfört med andra vattenmöllor i Skåne.

Många av de andra möllornas vatteninsamlingsområden är höglänt belägna på Söderåsens och andra åsars höjder där det regnar betydligt mer än vid havsytans nivå där Mölle ligger. Den höga avdunstningen i Mölles vattenmöllas vatteninsamlingsområde beror på att det alltid blåser kraftigt i Mölle. I inlandet blåser det betydligt mindre.

(Uppgifter om nederbörd, avdunstning och avrinning har hämtats från SMHI:s vattenwebb med data för de aktuella vatteninsamlingsområdena)

Översikt projektområdet

Huvuddelen av tillrinningarna från vatteninsamlingsområde 2 och 3 kommer genom Krapperups dräneringsledning som mynnar i Hålldammen. Från Hålldammen leds vattnet vidare genom en nedgrävd ledning till banvallen. Vid banvallen övergår ledningen i en öppen bäckfåra som ca 300 m längre nedströms mynnar i Öresund.

Under nästan 280 år har det legat en damm här, från 1617 till 1897. Dammen utgjorde då ett vandringshinder för öring och ål men på den tiden var det ingen som brydde sig om detta. När kvarnen lades ner var det ett krav från Krapperup att marken uppströms kvarnen skulle göras odlingsbar och därför fyllde man igen dammen och tog bort dammluckorna. När luckorna togs bort började bäcken så småningom erodera sig ner genom dammvallen och utfyllnaden och efter några år utgjorde dammen inte längre något vandringshinder. Fiskarna kunde simma upp till banvallen men där var det stopp eftersom den gamla bäckfåran var igenfylld och ersatt av ett system med dräneringsledningar.

Den delen av Vattenmöllebäcken som går över den igenfyllda dammen har genom naturlig erosion utvecklats till ett fint lekområde för öring. När dammen restaurerats kommer detta lekområde inte längre att vara tillgängligt. Som kompensation föreslår vi att ledningen från Hålldammen till banvallen grävs bort och ersätts av en nyöppnad bäckfåra. Den nya bäckfåran kommer att bli mer än dubbelt så lång som den del av bäcken som däms över vilket innebär att reproduktionsförhållandena för öring bör bli bättre när vi är klara jämfört med hur det är idag.

Kvarndammen

Bilden visar både nuvarande situation och hur den restaurerade dammen kommer att se ut. Överst kommer Vattenmöllebäcken som rinner genom en vägtrumma under Vattenmöllevägen. Den följer sedan den streckade linjen till den heldragna bäckfåran i sektion C-C.

Enligt planerna för den nya dammen ska Vattenmöllebäcken först rinna in i en fördamm där det även mynnar en dräneringsledning från Krapperups åkrar. Fördammen i sektion B-B skiljs från kvarndammen med en betongskärm där det finns en lucka som styr vattnet antingen till kvarndammen eller till en fiskväg under dammen. När vattnet styrs till kvarndammen leds det sedan vidare till kvarnhjulen genom en intagsränna, därefter fortsätter det genom kvarnrännan till en nedgrävd utloppsledning till Vattenmöllebäcken. Vatten kommer att ledas till dammen och kvarnhjulen enbart vid de tillfällen då kvarnen ska demonstrationsköras och det rör sig troligen om max 10 tillfällen per år.

Under resten av året leds vattnet genom en fiskväg under dammen till ett utlopp i sektion C-C. Fiskvägen består av ett PVC-rör med diametern 800 mm. Från utloppet rinner vattnet genom den ursprungliga bäckfåran ner till Öresund.

Fiskvägen är nödvändig eftersom det är ett krav från Länsstyrelsen att dammen inte får utgöra ett vandringshinder för vandrande fiskar, annars får vi inte tillstånd till att bygga den.

Längdsektion

Detta är längsgående sektion genom Vattenmöllebäcken, från bron vid Vattenmöllevägen ner till kvarnhuset. Den streckade markprofilen visar hur det ser ut idag.

Från vägtrumman under Vattenmöllevägen faller bäcken ca 6 dm på en sträcka av ca 55 m vilket innebär att det är en mycket flack sträcka. Därefter kommer ett brantare parti där bäcken i genomsnitt faller ungefär 1,5 m på en sträcka av 10 m.

Som framgår av bilden kan fiskarna inte hoppa över betongmuren vid utloppet. Därför ska vi bygga en fiskväg i form av ett 60 m långt PVC-rör med diametern 800 mm. Röret ska grävas ner långt under vattenytan. Det innebär att fördammen mellan Vattenmöllevägen och fördammens betongmur måste grävas ur ner till fiskvägens nivå i fördammens nedströmsände.

Som framgår av längdsektionen i Figur 2 så flyttas en del av fallsträckan nedströms dammen till en ny fallsträcka uppströms dammen mellan Vattenmöllevägen och fördammens betongmur. Med denna nya utformning får fiskarna först ta sig uppför en ursprunglig ca 0,7 m hög fallsträcka nedströms dammen för att sedan simma genom det horisontella röret fram till fördammen där en ny fallsträcka har skapats upp till vägtrumman under Vattenmöllevägen. Den nya fallsträckan får en något flackare lutning än det brantaste partiet nedströms dammen som nu försvinner.

Sektion B-B och C-C

Sektion B-B

Avsikten med fördammen och dess betongmur är att tillrinningen med hjälp av en lucka i muren ska kunna styras antingen till kvarndammen och vattenmöllan eller till fiskvägen. Vattnet som styrs till fiskvägen kommer aldrig att komma in i dammen. Förutom vid de fåtal tillfällen per år då kvarnen körs och kvarndammen återfylls kommer all tillrinning att ledas genom röret till den ursprungliga bäckfåran. Vattennivån i fördammen kommer då att ligga långt under den nuvarande bäckfårans nivå.

Vid normala förhållanden, dvs då kvarnen inte körs, är planluckan öppen och Vattenmöllebäcken rinner genom fiskvägen (röret). När kvarndammen ska fyllas och möllan ska köras stängs luckan. Vattennivån stiger då i fördammen tills den når betongskärmens överkant -1,87 m som är samma som dammens dämningssgräns, därefter bräddar Vattenmöllebäcken över betongskärmen ner i kvarndammen. När dammen är full kan luckan till vattenmöllans intagsränna öppnas. Kvarnhjulen som driver kvarnstenarna börjar då att rotera och mjöl kan malas.

Den streckade linjen visar marknivån vid nuvarande förhållanden. Efter restaureringen av kvarndammen har bäcken mellan vägtrumman och fördammens betongmur som lägst schaktats ner till fiskvägens nederkant.

Sektion C-C

Vid kvarndammens utlopp byggs ett utskov enligt Sektion C-C i bild 7. Röret (=fiskvägen) är ingjutet i detta. Förutom rörutloppet ska det finnas två planluckor i utskovets nedre del som ska användas om dammen av någon anledning måste tömmas. Det behövs en lucka på vardera sidan av röret eftersom röret kommer att ligga som en vall på dammens botten och dela upp dammen i två delar som inte kommunicerar med varandra vid låga vattenstånd. Överkanten av utskovets betongmur ska ligga på samma nivå som dammens dämningssgräns så att vattnet kan brädda över denna vid mycket höga tillrinningar eller då röret av någon anledning är tilltäppt. Annars föreligger risk för dammbrott.

För att hindra att röret flyter upp när dammen är full förankras röret i damm-botten genom att det vid rörskarvarna kringgijuts med betong med erforderlig tyngd.

Fiskvägen kan eventuellt förläggas djupare än vad som här har föreslagits. För att undersöka om det är möjligt måste en nivåmätning utföras från vägtrumman under Vattenmöllevägen ner till en punkt i bäcken ca 20 m nedströms den planerade betongmuren vid utloppet.

Projektets påverkan på vandrande fisk i Vattenmöllebäcken

Det är framförallt öring som utnyttjar Vattenmöllebäcken för reproduktion. Under hösten då öringen har sin lekperiod vandrar öringen upp i bäcken och letar efter grusbottnar i djupa partier där honan lägger sin rom som sedan befruktas av hanen. När leken är slut vandrar de tillbaka ut i havet.

Rommen ligger kvar i gruset fram till kläckningen under våren. Direkt efter kläckningen lever ynglen av näringen i gulesäcken som är en medfödd liten påse på magen. När den är slut måste ynglen söka sig bort från gruset och börja äta insekter och larver. Efter ungefär två år i Vattenmöllebäcken har öringen vuxit sig så stor att den kan ge sig ut i havet.

Det är således viktigt att det finns gott om vatten i bäcken under hösten så att de vuxna öringarna kan simma upp i bäcken och leka och sedan ta sig tillbaka ut i havet. Eftersom rommen läggs i djuphål är risken för att den ska torka bort liten, särskilt som den mognar under vintern då flödet är som högst i bäcken.

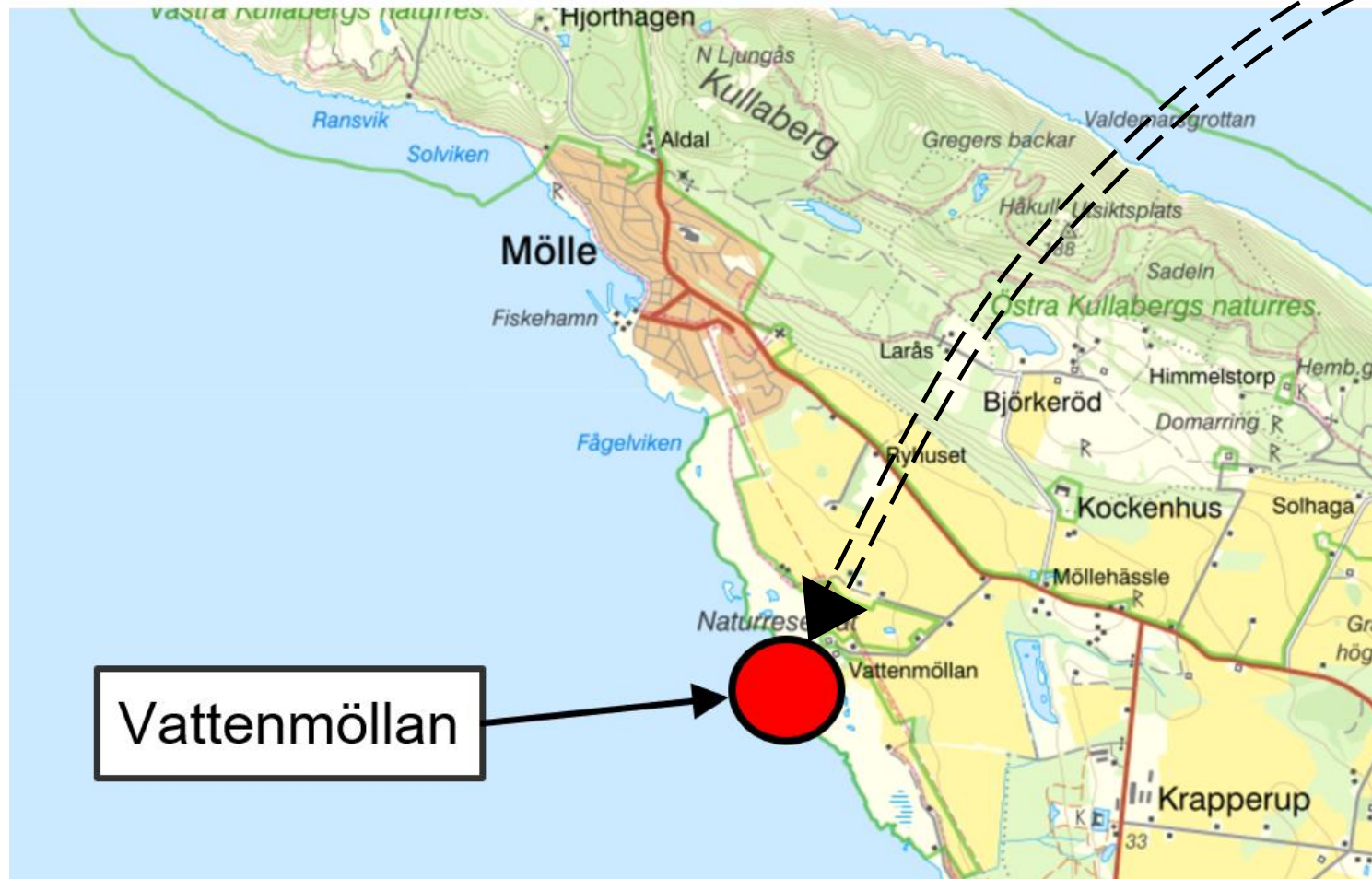
Vid nuvarande förhållanden, efter Krapperups utdikningar och avledningar av vatten, är tillrinningen till möllan ca 10 l/s under sommaren och ca 15-20 l/s under vintern. Med enbart kvarndammen som reservoar blir drifttiden ca 1 timma både sommar och vinter medan återfyllnadstiden under sommaren blir ca 13 timmar och under vintern 7-9 timmar om hela tillrinningen till fördammen och betongskärmen i sektion A-A leds in i dammen.

När hela tillrinningen leds in i dammen blir Vattenmöllebäcken torrlagd nedströms kvarndammen under återfyllnadstiden vilket skulle kunna få till följd att ynglen torkar ihjäl. För att förhindra detta föreslås att endast halva tillrinningen leds in i kvarndammen vid återfyllningen. Tiden för att fylla dammen tar då dubbelt så lång tid som det beräknats i tabell 7 men det rinner alltid vatten i bäcken.

Demonstrationskörningar kommer enbart att ordnas under perioden maj till september medan öringens vandrings- och lekperiod inträffar senare under hösten. Under

perioden då möllan körs och vattenföringen minskar under återfyllningsperioderna finns det normalt inga stora öringar i bäcken utan enbart yngel som inte är lika beroende av vattendjupet som större fiskar som riskerar att fastna om det plötsligt blir för grunt när kvarndammen återfylls.

ÖVERSIKTSBILD



Vattenmöllan

Deletapper i den hydrologiska utredningen

Den hydrologiska utredningen inför restaureringen består av fem delar:

1. Hur mycket vatten behövs för att mala mjöl i möllan.
2. Hur mycket vatten fanns det när möllan lades ner.
3. Hur mycket vatten finns det kvar efter Krapperups avledningar och utdikningar när möllan åter tas idrift.
4. Hur kördes möllan före nedläggningen
5. Hur kan den restaurerade möllan köras med hänsyn till avledningar och utdikningar

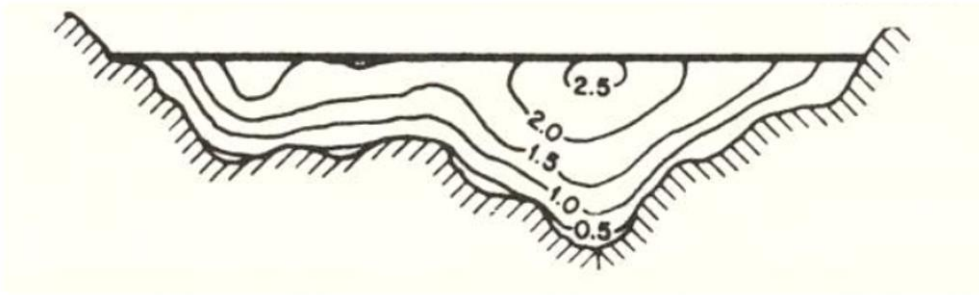
FLÖDESMÄTNING 1 (Ytvattenhastigheten)



Figur 1:4. Tvärsektion intagskanal

Tvärsnittsarean A är ca $0,30 \text{ m}^2$.

Det tog ca 6 sek för ett löv att färdas en 4 m lång sträcka $\Rightarrow$ ythastighet = $0,67 \text{ m/s}$



Figur 1:5. Hastighetsfördelning i älvsektion.

Enligt en tumregel är en tvärsektions medelhastighet v_{medel} ca 50-70 % av ythastigheten.

Medelhastighet $v_{\text{medel}} = 0,6 * 0,67 = 0,40 \text{ m/s}$

Vattenföringen $Q = A * v_{\text{medel}} = 0,30 * 0,40 = 0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ (=120 l/s).

FLÖDESMÄTNING 2 (Bestämmande sektion)

Flödet Q i m^3/s beräknas med formeln:

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * b * \sqrt{2g} * h^{\frac{3}{2}}$$

där

μ = avbördningskoefficienten

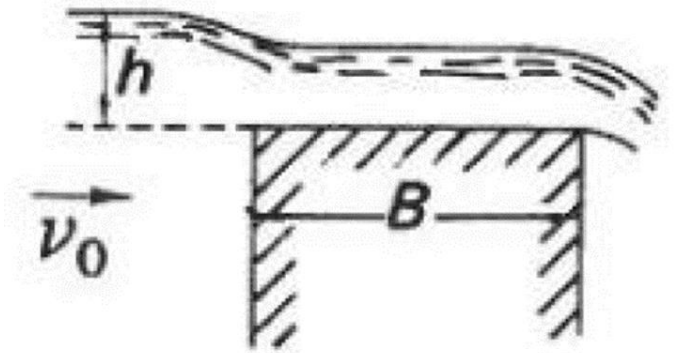
b = utskovets (luckans) bredd (m)

h = överfallshöjden (m)

$$Q = \frac{2}{3} * 0,48 * 1,3 * \sqrt{2g} * 0,2^{\frac{3}{2}} = 0,165 \text{ m}^3/\text{s} (=165 \text{ l/s})$$

Förhållandet vattendjupet nedströms och uppströms tröskeln är $0,1/0,2=0,5$.
Korrektionskoefficient för motdämning = 0,8.

$$Q = 0,8 * 0,165 = 0,13 \text{ m}^3/\text{s} (=130 \text{ l/s}).$$



$$H = 0,2 \text{ m}$$

$$B > 2 \text{ m}$$

$$h/B < 0,1 \Rightarrow \mu = 0,48$$

FLÖDESMÄTNING 3 (Naturligt vattendjup)

Flödet Q (m³/s) i rännan beräknas:

$$Q = A_v * M * R_h^{\frac{2}{3}} * \sqrt{I}$$

där

A_v = våt tvärsnittsarea (m²)

M = Mannings tal (= 80)

R_h = hydrauliska radien (m)

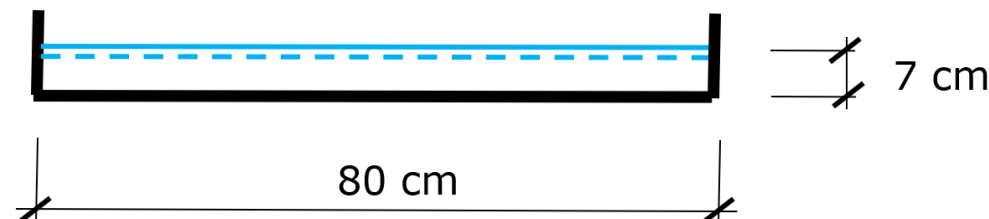
I = rännans lutning

$$A_v = 0,07 * 0,8 = 0,056 \text{ m}^2$$

$$R_h = 0,056 / (0,07 * 2 + 0,8) = 0,0596 \text{ m}$$

$$I = 0,02 / 0,61 = 0,0328$$

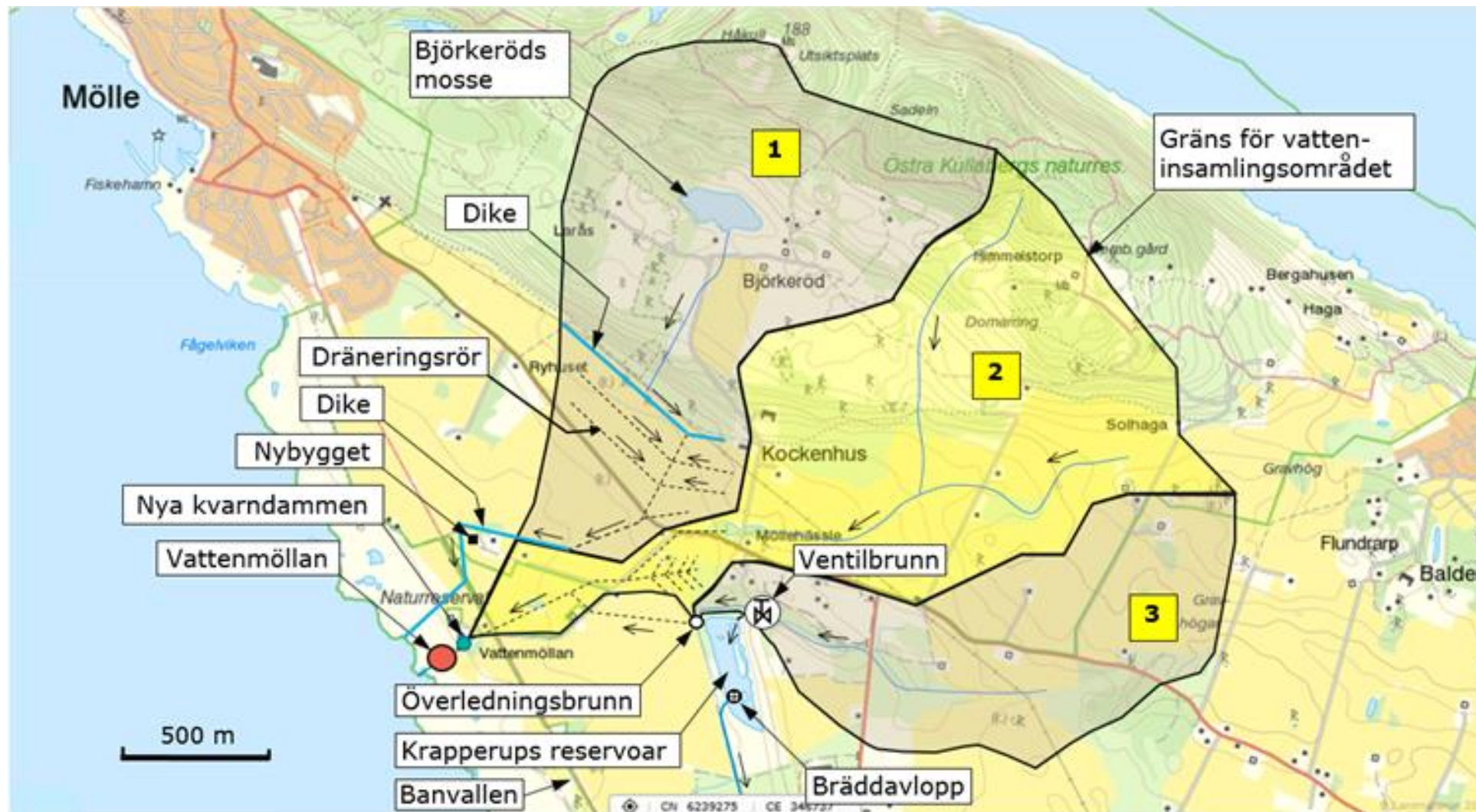
$$Q = 0,056 * 80 * 0,0596^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,0328} = 0,12 \text{ m}^3/\text{s} (=120 \text{ l/s})$$



Rännan faller 2 cm på en sträcka av 61 cm

Lutningen $I = 2/61 = 0,0327$

VATTENINSAMLINGSOMRÅDEN



SMHI:S MATERIAL



SUBID 467 (km2):	62,96	
Vattenmöllans area (km2)	4	
	Vattenföring SUBID 467 (m³/s)	Vattenföring vattenmöllan före nedläggning (m³/s)
1999-01-01	0,88	0,056
1999-01-02	0,81	0,051
1999-01-03	0,76	0,048
1999-01-04	0,76	0,049
1999-01-05	1,17	0,074
1999-01-06	1,27	0,081
1999-01-07	1,49	0,095
1999-01-08	1,21	0,077
1999-01-09	1,03	0,065
1999-01-10	0,91	0,058
1999-01-11	0,82	0,052
1999-01-12	0,75	0,048
1999-01-13	0,70	0,044
1999-01-14	0,66	0,042
1999-01-15	0,81	0,051
1999-01-16	1,43	0,091
1999-01-17	1,40	0,089

BERÄKNADE TILLRINNINGAR FÖRE OCH EFTER UTDIKNINGAR

Period	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	År
<1897	52	54	42	22	14	11	19	15	12	10	22	35	26
>2017	17	18	14	15	9	7	12	10	8	7	15	23	13

Tabell 4. Tillrinningar i l/s till vattenmöllan före och efter utdikningar och avledningar.

Tabell 4 redovisas även i diagramform:

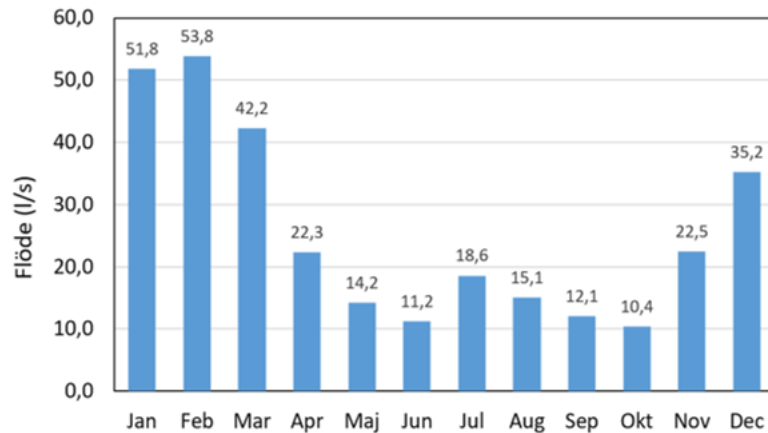


Diagram 10. Tillrinningar i l/s före utdikningar och avledningar.

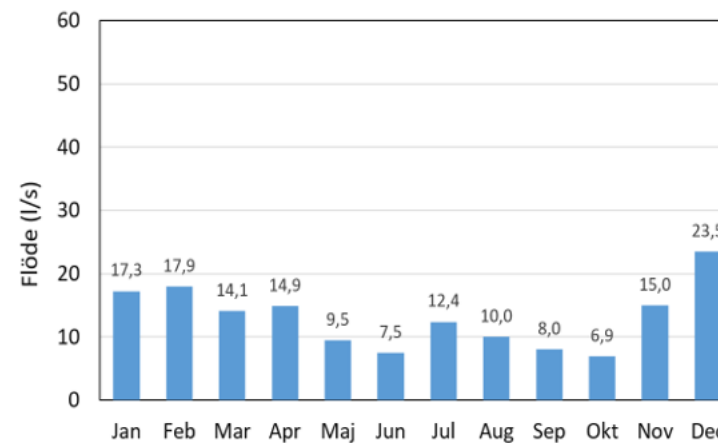


Diagram 11. Tillrinningar i l/s efter utdikningar och avledningar.

VARAKTIGHETSKURVOR FÖRE UTDIKNINGAR

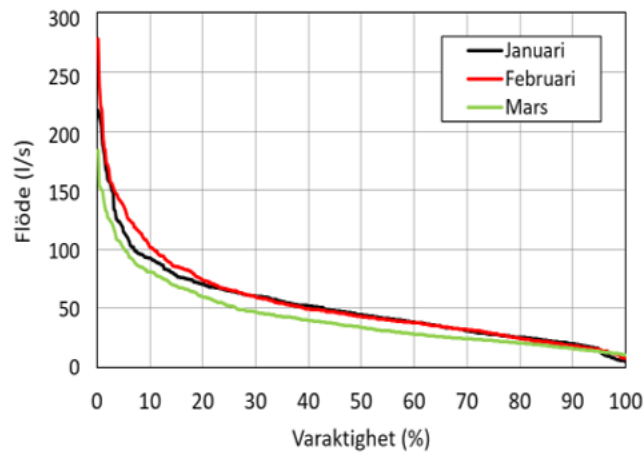


Diagram 2. Flöden jan-mar, före utdikning.

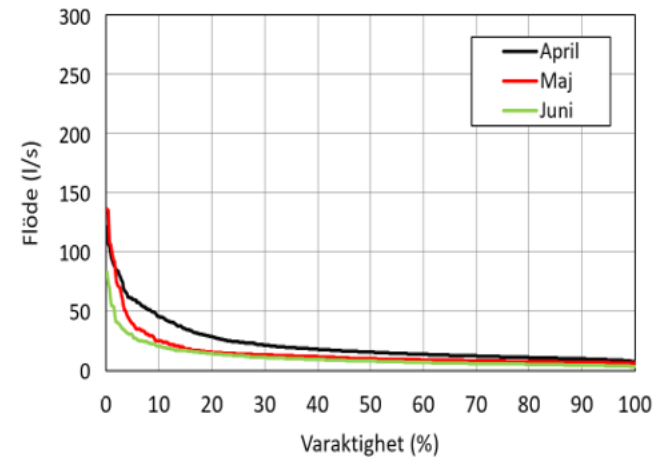


Diagram 3. Flöden apr-jun, före utdikning.

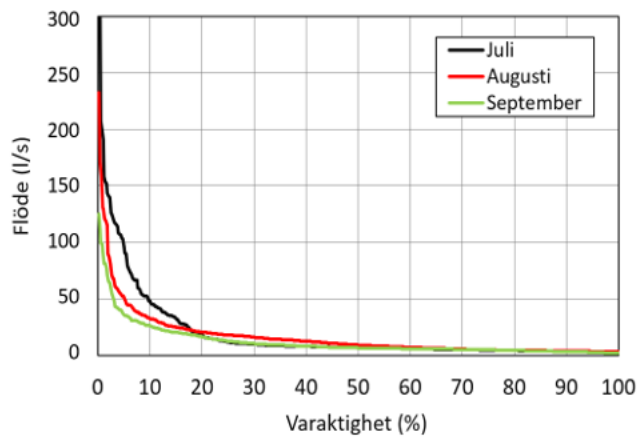


Diagram 4. Flöden jul-sep, före utdikning.

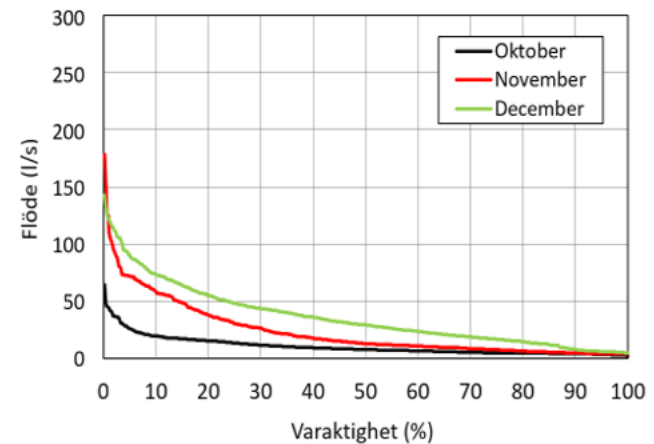


Diagram 5. Flöden okt-dec, före utdikning.

VARAKTIGHETSKURVOR VID NUVARANDE FÖRHÅLLANDEN

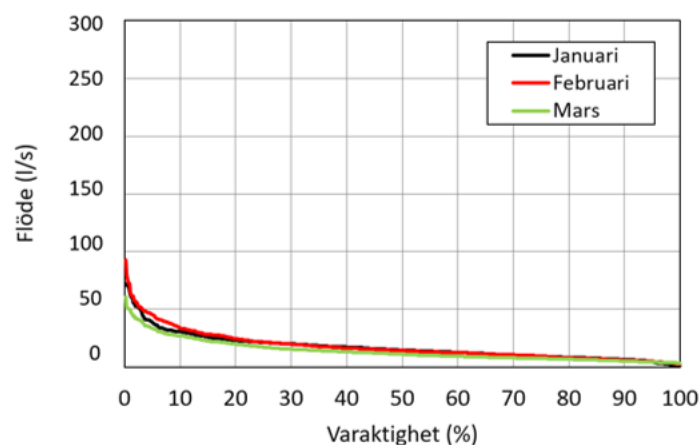


Diagram 6. Flöden jan-mar, efter utdikning.

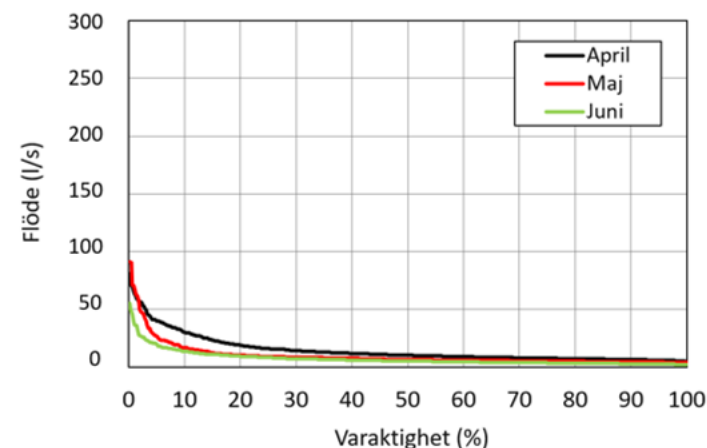


Diagram 7. Flöden apr-jun, efter utdikning.

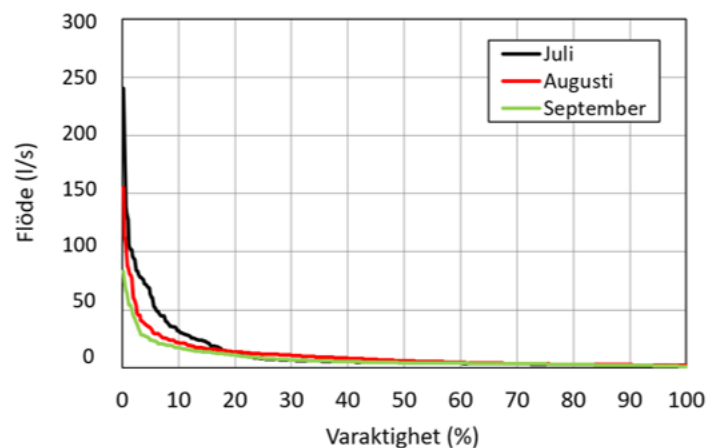


Diagram 8. Flöden jul-sep, efter utdikning.

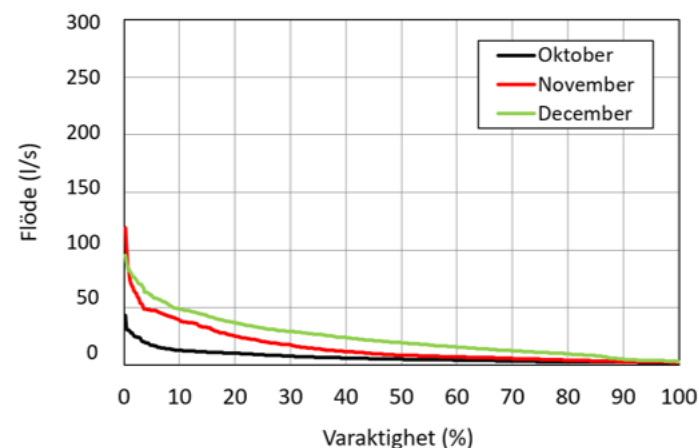


Diagram 9. Flöden okt-dec, efter utdikning.

DRIFT- OCH ÅTERFYLLNADSTIDER FÖRE NEDLÄGGNINGEN

Tillgängliga magasin för att driva vattenmöllan före nedläggningen:

Reservoar	Längd*bredd (m)	Amplitud (m)	Volym (m ³)
Kvarndammen	40*40	0,3	480
Hålldammen	50*50	0,3	750
<u>Björkeröds mosse</u>	230*170	0,5	20 000

Tabell 5. Vattenmöllans magasin före nedläggningen.

Vid normal drift kördes möllan med regleringsmagasinen Kvarndammen och Hålldammen med reservoarvolymen 1 230 m³

Följande drift- och återfyllnadstider har beräknats

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
<u>Tillr. (l/s)</u>	52	54	42	22	14	11	19	15	12	10	22	35
<u>Drift (tim)</u>	3,49	3,56	3,16	2,67	2,51	2,46	2,61	2,53	2,48	2,44	2,67	2,97
<u>Återf. (tim)</u>	6,57	6,33	8,13	15,53	24,40	31,06	17,98	22,78	28,47	34,17	15,53	9,76

Tabell 6. Driftförhållanden före utdikningar och avledning till Krapperups reservoar.

DRIFT- OCH ÅTERFYLLNADSTIDER VID ÅTERUPPTAGEN DRIFT

Tillgängligt magasin för att driva vattenmöllan vid återupptagen drift:

Reservoar	Längd*bredd (m)	Amplitud (m)	Volym (m ³)
Kvarndammen	40*40	0,3	480

Följande drift- och återfyllnadstider har beräknats med reservoarvolymen 480 m³.

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
<u>Tillr.</u> (l/s)	17	18	14	15	9	7	12	10	8	7	15	23
<u>Drift</u> (tim)	1,00	1,01	0,98	0,99	0,95	0,93	0,97	0,95	0,94	0,93	0,99	1,05
<u>Återf.</u> (tim)	7,84	7,41	9,52	8,89	14,81	19,05	11,11	13,33	16,67	19,05	8,89	5,80

Tabell 7. Driftförhållanden med nuvarande tillrinningar och reservoarvolymen 480 m³.

SLUTSATS

Vid ursprungliga förhållanden och reservoarvolymen 1 230 m³ kunde möllan köras under 2,4 timmar då tillrinningen var 10 l/s och under 3,1 timmar då tillrinningen var 40 l/s.

Med samma tillrinningar kan den renoverade möllan köras under 0,95 respektive 1,2 timmar då reservoarvolymen har minskat till 480 m³.

En slutsats av beräkningarna är att det är framförallt den tillgängliga regleringsvolymen i den nya kvarndammen som avgör hur länge som mjöl kommer att kunna malas utan avbrott.

Det är således viktigt att kvarndammen görs så stor som möjligt.

JÄMFÖRELSE MED ANDRA VATTENMÖLLOR

Anläggning	Area (km ²)	<u>Q_{medel}</u> (l/s)	Nederbörd (mm/år)	Avdunstning (mm/år)	Avrinning (mm/år)
Huseby kvarn	2061	19 700	784	481	303
<u>Krubbemölla vattenkvarn</u>	10,5	90	772	501	271
Hallamölla Christinehof	109	1 200	856	510	346
<u>Bjärsgård</u>	50	620	899	505	394
<u>Blåherremölla</u>	40	360	773	481	292
<u>Ruveröds mölla</u>	65	940	901	445	456
Mölles <u>vattenmölla</u>	4 ^(*)	26 ^(*)	727	537	190

ÖVERSIKT PROJEKTOMRÅDET

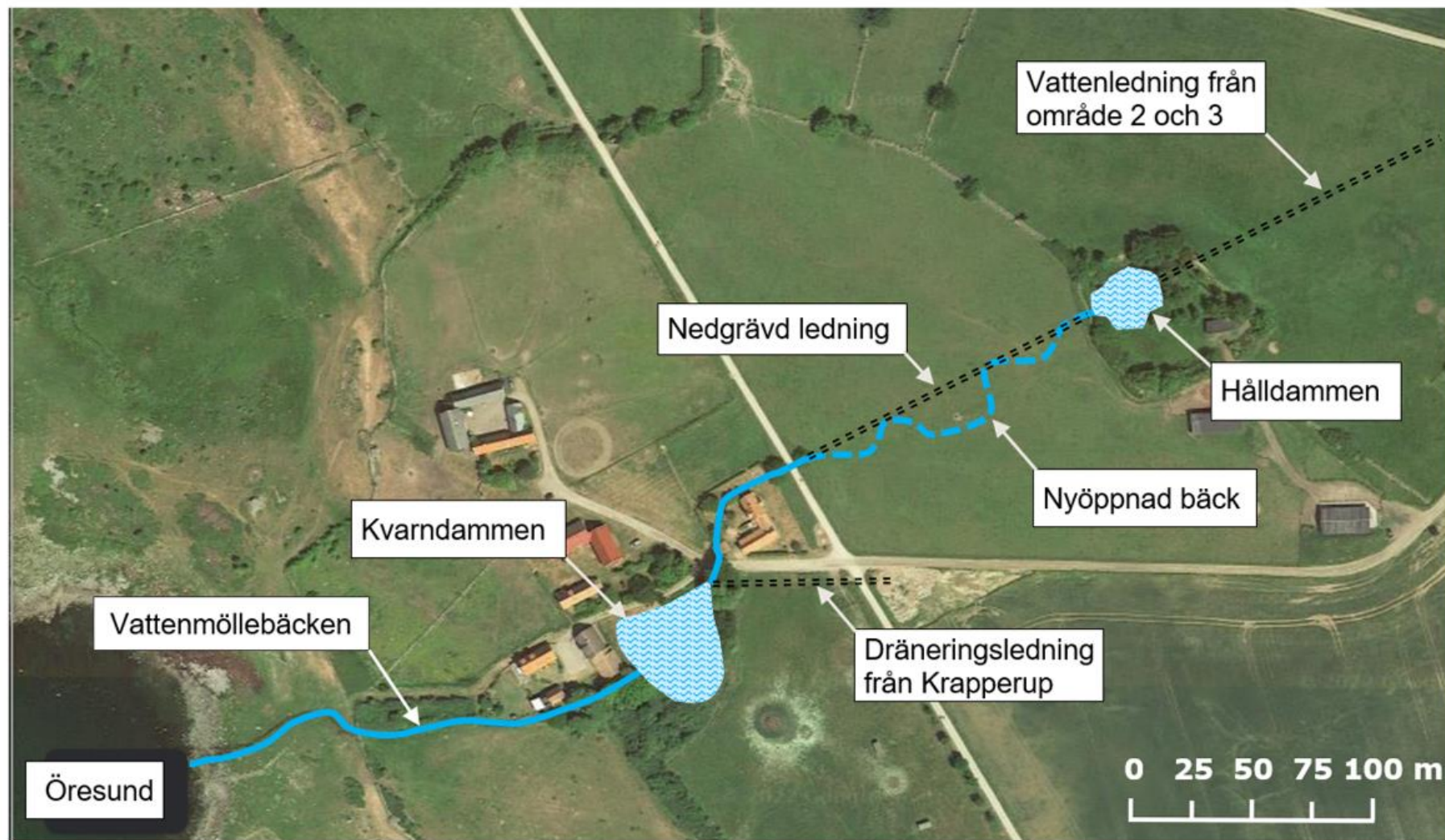


Bild 4. Översiktsplan.

KVARNDAMMEN

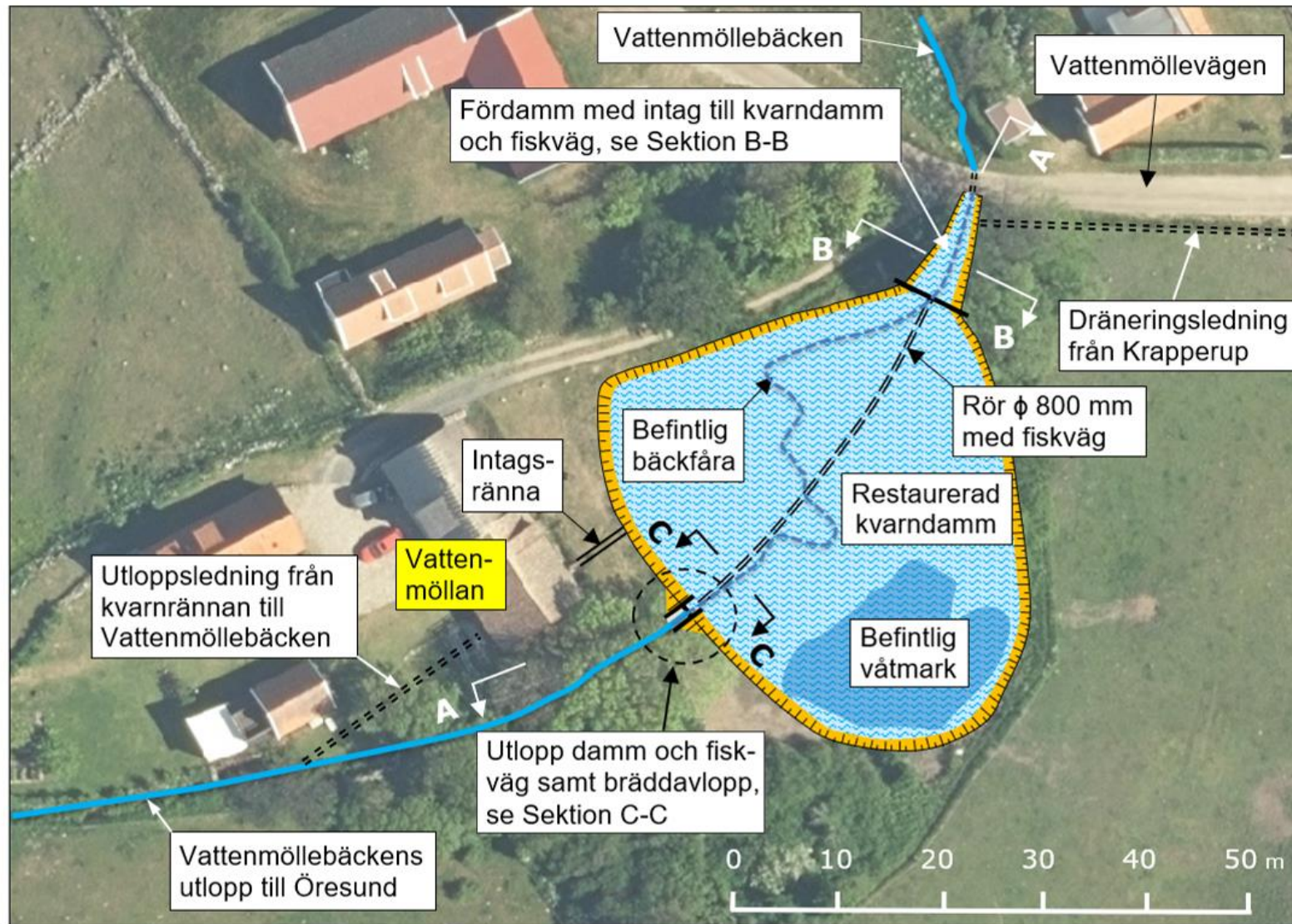


Bild 5. Kvarndammen.

LÄNGDSEKTION

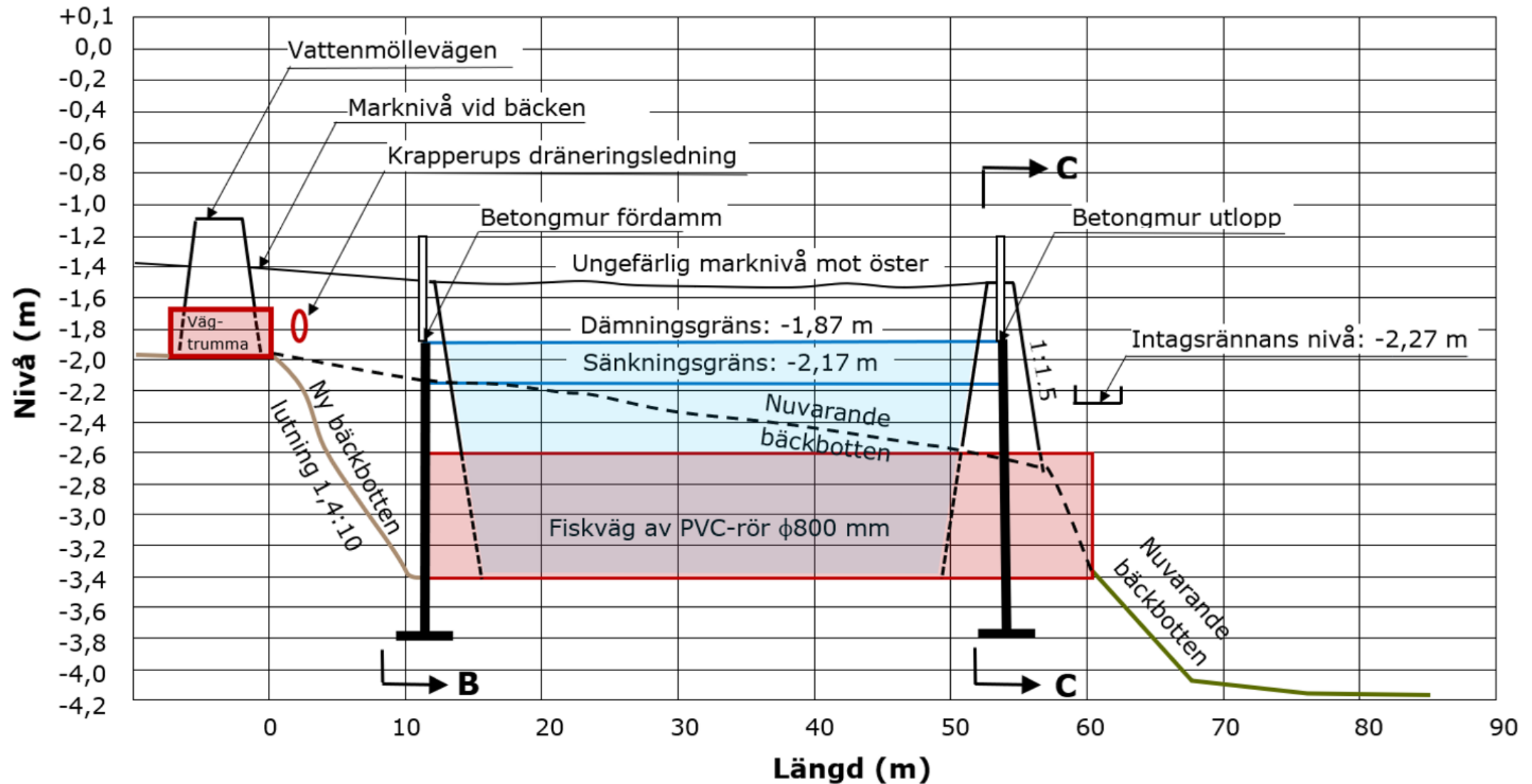


Diagram 12. Sektion A-A, längdprofil Vattenmöllebäcken.

SEKTION B-B OCH C-C

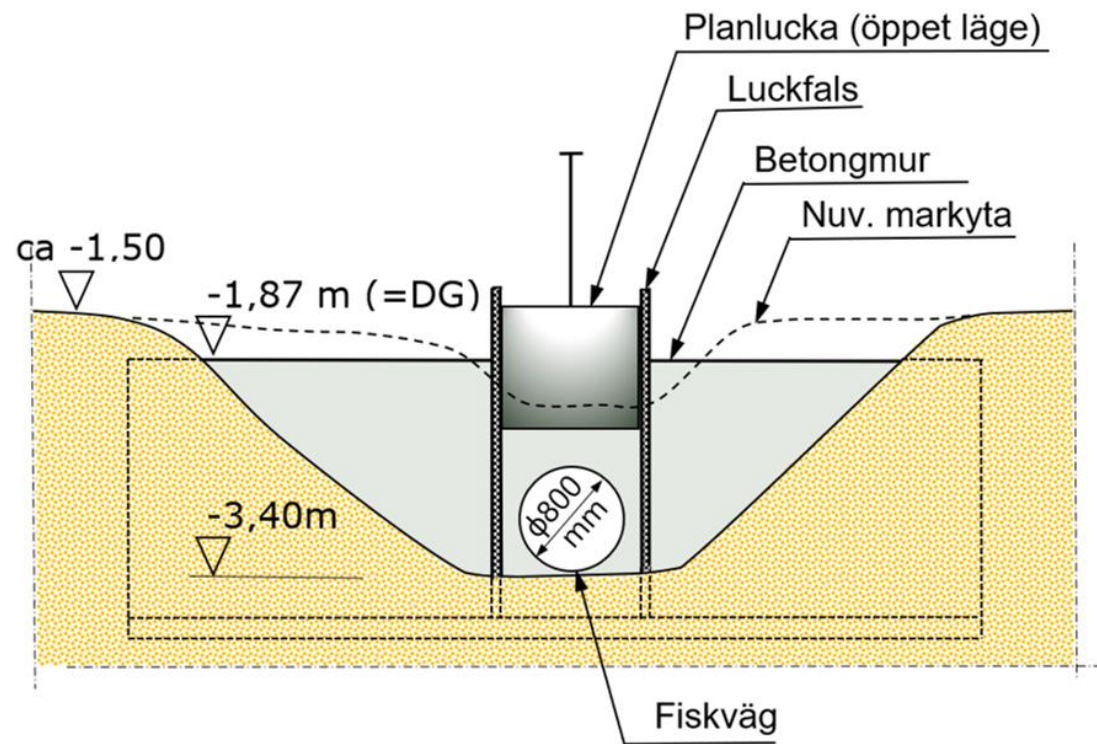


Bild 6. Sektion B-B vid fördammen

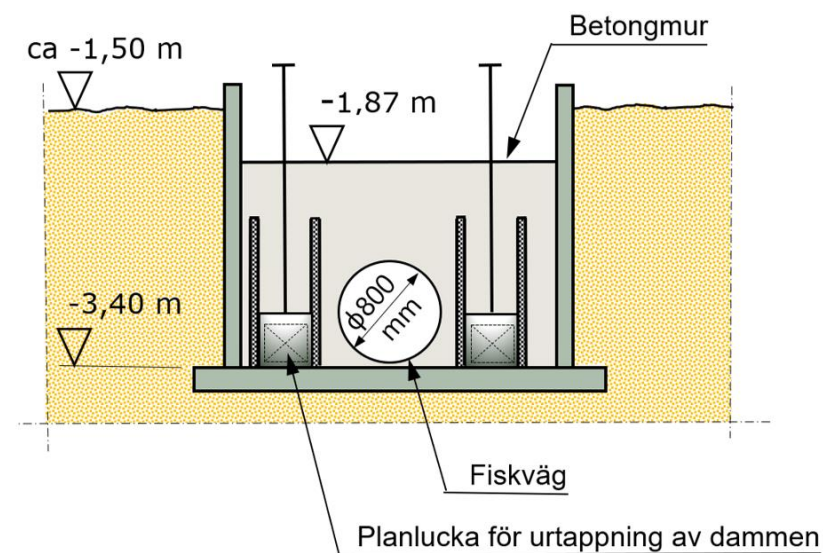


Bild 7. Sektion C-C vid kvarndammens utlopp.