

Kandidatuppsats

Naturvård och artmångfald, 180 hp

Brunifiering av Murån – finns det någon koppling till nederbörd?

Biologi, 15 hp

Halmstad 2022-05-23

Ida Beata Johansson



HÖGSKOLAN
I HALMSTAD

Sammanfattning

Brunifiering är ett samlingsbegrepp för de processer som tillsammans leder till att vatten blir allt brunare. Drivkrafterna bakom detta är flera, med ändrad markanvändning och klimatförändringar som två exempel. Denna studie har fokuserat på nederbörd och hur det påverkar brunifieringen av vatten. Detta har undersökts genom att analysera absorbansen (420 nm) på åtta lokaler under tio veckor. Dessutom har sambandet mellan absorbans och löst organiskt kol (DOC) undersökts vid samma lokaler. Resultatet av undersökningarna visar att nederbörd och absorbans inte korrelerar i 75% av fallen. I de resterande 25% av fallen finns det ett signifikant samband, med varierande styrka mellan lokalerna. Görs provtagningar samma dag som det regnat påverkas MurånDike2 och Murån5. Görs provtagningar tre dagar efter det regnat påverkas Murån5 och Murån7. Görs provtagningar sju dagar efter det regnat påverkas MurånBolmen0 och Murån7. Absorbans och DOC har ett signifikant samband ($R^2 = 0,94$; $F = 1185$; $P < 0,001$), vilket följer tidigare forskning.

Bristen på signifikanta samband skulle kunna förklaras med den låga mängd nederbörd som fallit under perioden. När det finns en signifikant korrelation kan Muråns fysiska utformning vara en faktor, vilket bör undersökas vidare. Vid samtliga tillfällen när nederbörd resulterar i signifikant korrelation med ökad absorbans har lokalerna liknande karaktärer. Ett exempel är lokalerna Murån5 och Murån7, vilka är breda (>3 m), ständigt förses med nytt vatten och ligger i huvudfåran. Den här studien bidrar med en insikt i vilka effekter nederbörd har på absorbans och bekräftar förhållandet mellan absorbans och DOC.

Nyckelord: Brunifiering, provtagningar, regn, absorbans och DOC

Abstract

Brownification is a collective concept of the processes that leads to brownified water. The driving forces behind it are many, but land use change and climate change are two examples. In this study I have focused on precipitation and how it affects brownification. This has been examined by analyzing the absorbance (420 nm) at eight localities for ten weeks. Besides that, I have examined the link between absorbance and dissolved organic carbon (DOC) at the same localities. The results from this survey show that rainfall and absorbance does not correlate in 75% of the cases. In the remaining 25% of the cases there is a significant correlation, with a varied degree of strength between the localities. When sampling is done the same day as rainfall, MurånDike2 and Murån5 are affected. When sampling is done three days after rainfall, Murån5 and Murån7 are affected. When sampling is done seven days after rainfall, MurånBolmen0 and Murån7 are affected. Absorbance and DOC have a significant correlation ($R^2 = 0,938$; $F = 1185$; $P < 0,001$) which is in line with prior research.

The lack of significant correlations could be explained by the low amount of precipitation during the period. When there is a significant correlation, the physical design of Murån could be worth looking into. On each occasion when precipitation results in significant correlation with increased absorbance, the localities have similar characteristics. One example is localities Murån5 and Murån7, which are wide (>3 m), have a constant supply of fresh water and are in the main channel. This study contributes with an insight into what effects precipitation has to absorbance and confirms the relationship between absorbance and DOC.

Keywords: Brownification, sampling, rain, absorbance and DOC

Förord

Jag vill börja med att tacka de som hjälpt mig under resans gång och för inspiration till att detta examensarbete ens blivit av. Tack Juha Rankinen, Forskningsstation Bolmen, för vägledning, lån av material samt många givande samtal om brunifiering, Bolmen och allt möjligt där emellan. Tack till Jasmin Borgert för hjälp med analyser av DOC, utformning av figurer, rapporten och trevliga pratstunder. Avslutningsvis vill jag även tacka Antonia Liess för snabb och värdefull respons på rapportens innehåll.

Innehållsförteckning

Inledning	6
Syfte.....	7
Frågeställningar	8
Material och metoder	8
Projektområde.....	8
Lokalbeskrivning.....	10
Insamling av data.....	10
Analyser i labb.....	11
Statistiska analyser	11
Resultat.....	12
Absorbans hos lokalerna.....	12
Samband mellan absorbans och nederbörd	12
Samband mellan absorbans och DOC	14
Diskussion	15
Nederbördens påverkan på absorbans	15
Fördröjd effekt av nederbörd?	16
Samband mellan absorbans och DOC	17
Referenser	I

Inledning

Brunifiering är ett känt fenomen som påverkas av flera faktorer men klimatförändringar och ändrad markanvändning är två viktiga drivkrafter (Kritzberg *m. fl.*, 2020). Löst organiskt kol, förkortat DOC hädanefter, är kol som läcker från marken till vatten och medför effekten att vattenkvaliteten försämras (Rizinjirabake, Pilesjö och Tenenbaum, 2019). Weyhenmeyer, Prairie och Tranvik (2014) har konstaterat att där finns ett samband mellan mängden DOC och järn, då järnet binds till kolen och ökar brunifieringen.

Brunifieringen innebär problem för biodiversiteten i sjöar och vattendrag då ljuset inte tränger igenom ytan, vilket reducerar tillgången på såväl föda som skydd för många akvatiska organismer (Arzel *m. fl.*, 2020). Fiskar som jagar med hjälp av sin syn får sämre förutsättningar då de har svårare att se sina byten. Ytterligare en effekt är när det lösta organiska kolet binder ohälsosamma ämnen som lakas ur marken, vilket innebär en hälsorisk vid konsumtion av vatten som inte genomgått en reningsprocess (Kritzberg *m. fl.*, 2020). För att bli av med den bruna färgen behöver man få bort DOC, vilket innebär ett extra steg i vattnets reningsprocess då det behöver fällas ut. Detta steg innebär att partiklarna som ger den bruna färgen aggregerar och på så vis renas från vattnet i reningsverket (Köhler *m. fl.*, 2013). De applicerbara metoder som finns för att rena vatten är många, vilka metoder som tillämpas beror på faktorer som mängden bakterier och partiklar som behöver filtreras bort, men även den ekonomiska aspekten väger tungt (Shrestha, 2018). Vikten av tillgång till rent vatten är en förutsättning till ett hälsosamt liv och en grundläggande rättighet för mänskligheten (Globalamålen, 2021). Förväntade framtida förändrade vädermönster med ett fuktigare klimat i vår region riskerar att leda till ökade kostnader för rening av vattnet. Detta grundar sig på att klimatförändringarna tros öka brunifieringen, vilket innebär att det krävs större insatser och ökade mängder kemikalier för att rena det än mer brunifierade vattnen (de Wit *m. fl.*, 2016).

Mängden inkommande organiskt kol har stor påverkan på hur brunifierat ett vatten är. Hur mycket organiskt kol som läcker ut i vattnet beror på mängden tillgängligt kol i den omkringliggande marken, vilket indikerar att kolhalten skiftar med biomen (Sobek *m. fl.*, 2007). Vidare nämns att områden med mycket förna och aktivt mikroliv producerar en stor mängd biomassa, vilken sedan kan läcka vidare ut i vattnet. Hur mycket kol som finns tillgängligt i marken har betydelse, detta påverkas av faktorer som genomsnittstemperatur och de olika stadierna av växters livscykel (Litton och Giardina, 2008; Wang *m. fl.* 2019). Ett exempel på område där det finns märkbara kopplingar mellan tillgängligt kol i marken och brunifiering är

den tempererade zonen med sina skogar, där en stor del av de brunifierade vattnen återfinns (Sobek *m. fl.*, 2007). Flödes hastigheten i vattnen påverkar mängden DOC, kraftigare vattenflöden har generellt högre halter DOC och är då mer brunifierade än långsamt flödande vatten i vilka partiklarna hinner sjunka till botten och sedimentera (Länsstyrelserna, 2016). Flödet ändras med säsongsvariationer i nederbörd och ett varmare klimat förväntas leda till ökade mängder nederbörd, vilka då riskerar att påverka flödet och mängden brunifierande ämnen ytterligare i våra vatten (Länsstyrelserna, 2016). Baserat på tidigare mätserier förväntas den främsta skillnaden i framtiden i södra Sverige innebära att klimatet blir mildare, medan mängden nederbörd förväntas vara relativt lik dagens, men falla som kraftigare regnfall (SMHI, 2021). Samband mellan DOC och regnmängder har konstaterats och förklaras som att när marken blöts upp ökar tillgängligheten av det DOC som finns i marken (Lundquist, Jackson och Scow, 1999).

Att Bolmen är brunifierad är känt sedan tidigare och inflödet Storån i norra Bolmen bidrar med en del av den färgen (Klante, Larson och Persson, 2021). Under vidare forskning om Bolmen i ett försök att hitta kopplingar till förändringar med antropogen påverkan men även som följd av naturliga processer identifierades Murån som är ett inflöde i Bolmen som är kraftigt brunifierat (Klante, Larson och Persson, 2021). Orsaken bakom detta är inte känd (Lindberg och Engdahl, 2020). Murån rinner ut i södra Bolmen (Lantmäteriet, 2022), vilket är en källa för dricksvatten som i dagsläget försörjer delar av västra Skåne (Sydvatten, 2021). Området runt Murån består främst av skog, men där finns även våtmarker i närområdet (Lantmäteriet, 2022). Det finns även ett före detta flygfält inom en radie av en kilometer från Murån, där flygfältet har Murån som avrinningsområde (Figur 1a) (Lantmäteriet, 2022).

Syfte

Syftet med detta arbete är att försöka ta reda på om det finns någon koppling mellan brunifieringen av Murån och regn. För att lokalisera punktkällor för den bruna färgen och i framtiden kunna sätta in åtgärder i tid krävs det en grundlig undersökning av vad som händer i markerna och vilka faktorer som är de mest drivande. Mätningar av vattnets absorbans görs vid åtta lokaler längs Murån, såväl huvudfåran som biflöden analyseras för att ge en tydligare bild av vart den bruna färgen kommer ifrån. Dessutom korreleras absorbansen med mängden DOC för att undersöka om det finns något samband mellan dessa faktorer för att ännu bättre kunna förstå vad som påverkar tillfälliga stötar av brunifierat vatten.

Förhoppningen är att finna ett samband mellan nederbörd och absorbans. Det är troligt att kraftiga regnväder ger högre flöden vilka bör korrelera med höga värden på absorbansen. Absorbans förväntas även korrelera med DOC, vilket grundar sig på det redan är känt att DOC och absorbans har ett samband. Visar det sig att utfallen av absorbans kopplat till nederbörd samt DOC har en positiv koppling innebär det att samtliga av dessa faktorer samspelar vid ökad brunifiering. Om det återfinns ett samband mellan absorbans och nederbörd samt absorbans och DOC i Murån kan åtgärder för att reglera detta lättare identifieras och appliceras för att minska brunifieringen och då undvika dagens kraftiga fluktuerande värden i Murån och i förlängningen även i Bolmen.

Frågeställningar

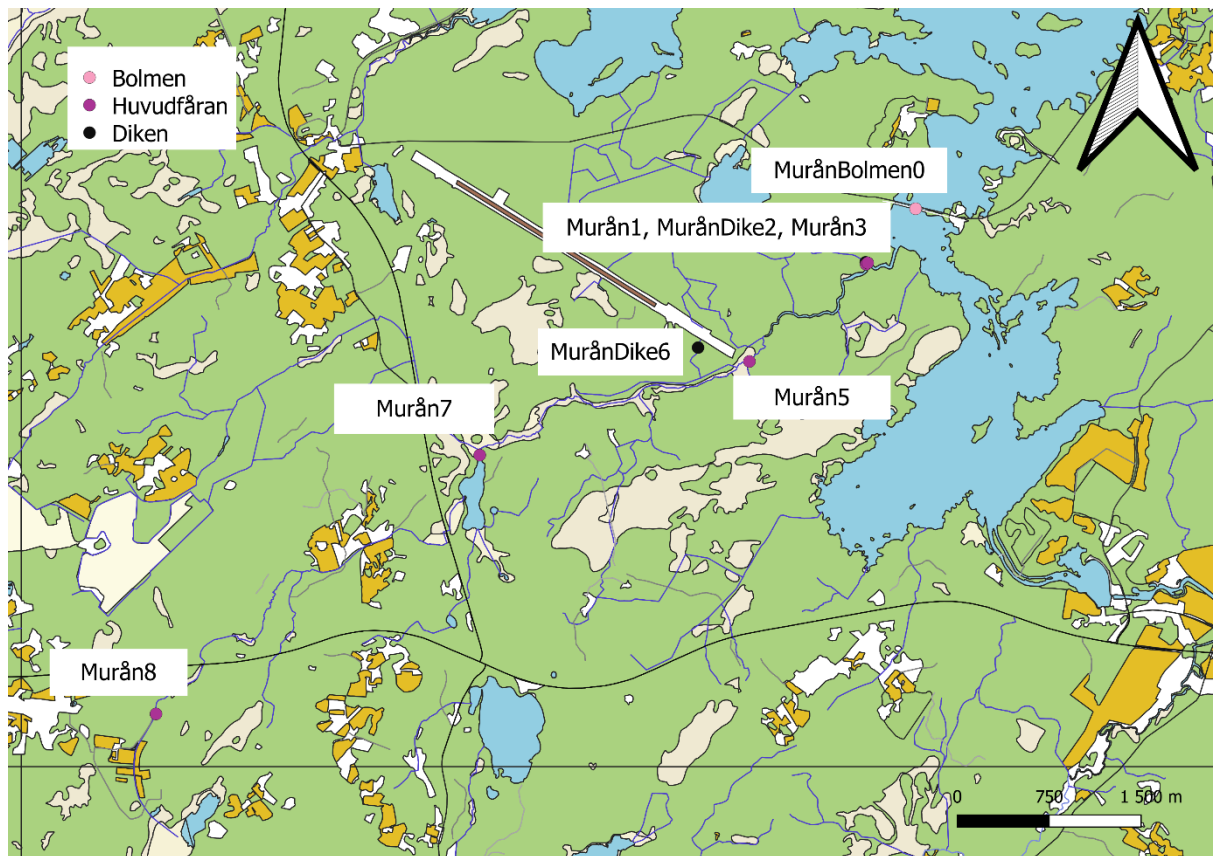
Denna studie bygger på följande frågeställningar:

1. Hur påverkar provtagning samma dag, tre dagar efter och sju dagar efter nederbörd vattnets absorbans?
2. Är effekten av nederbörden direkt eller med viss fördröjning?
3. Finns det något samband mellan vattnets absorbans och DOC?

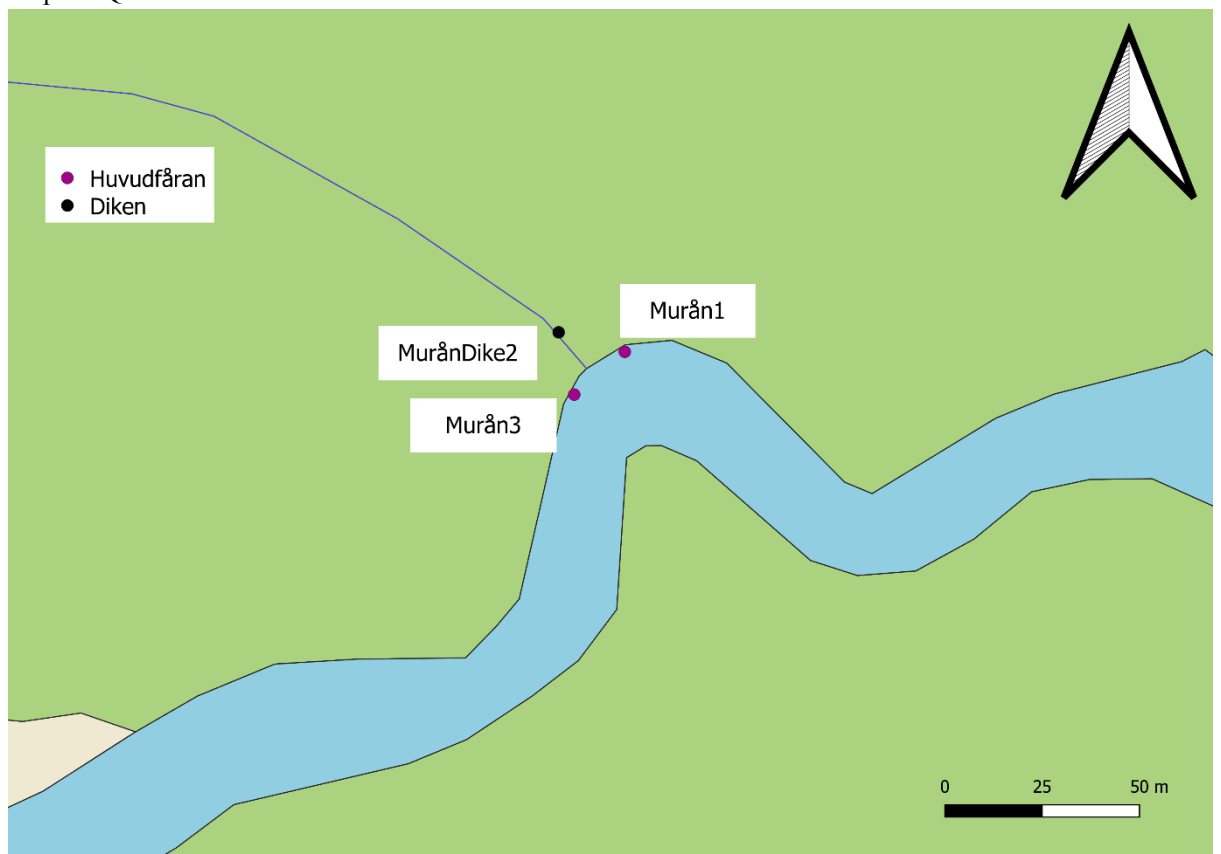
Material och metoder

Projektområde

Provtagningar har gjorts vid åtta lokaler längs Murån, vilken rinner genom Kronobergs län. Murån som objekt har valts ut på grund av tidigare undersökningar som indikerat ån som kraftigt brunifierad och i behov av vidare undersökningar. De lokaler som valts ut har gjort så med kriterier som tillgänglighet och med hänsyn till vad marken i närområdet används till. Exempel på detta är lokalerna Murån5 och MurånDike6 som ligger i nära anslutning till ett numera nedlagt flygfält (Figur 1a).



Figur 1a: Karta med överblick över samtliga lokaler. Karta hämtad från Lantmäteriet och skapad i QGIS.



Figur 1b: Förstoring av lokalerna Murån1-Murån3. Karta hämtad från Lantmäteriet och skapad i QGIS.

Lokalbeskrivning

Vid lokal Murån8 ringlar sig ån fram genom en skog med övervägande gran på ena sidan och ett kalhygge på andra (Figur 1a). Bottnen är stenig och vattendraget har en bredd på <2 m. Lokal Murån7 är omgiven av främst barrskog men här finns även björkar (Figur 1a). Vattnet leds hit från en sjö genom trummor placerade under en skogsväg. Bottnen är mjuk så här finns viss växtlighet, vattendraget är >3 m brett. Lokalen MurånDike6 är omgiven av barrskog (Figur 1a). Bottnen är övervägande mjuk men det förekommer stenar, vattendraget är <1 m brett. Lokalen Murån5 är omgiven av övervägande tall och vattnet leds hit genom trummor placerade under en skogsväg (Figur 1a). Bottnen är mjuk så viss växtlighet förekommer, vattendraget är >3 m brett. Lokalen Murån3 är omgiven av tall och lingonris (Figur 1b). Bottnen är mjuk och tillåter växtlighet, vattendraget är >5 m brett. Lokal MurånDike2 är ett dike som omringas av tall och lingonris (Figur 1b). Bottnen är mjuk och bredden på vattendraget är <2 m. Lokal Murån1 ligger nedströms från Murån3 och har samma förhållanden som Murån3 (Figur 1b). Lokal MurånBolmen0 är placerad i nedre änden av Bolmen (Figur 1a). Runt sjön växer det övervägande barrskog. Bottnen är stening i kanten där mätningarna görs. Lokalen ligger norr om utloppet, vilket innebär att vattnet här påverkas mer av det vatten som kommer norrifrån i Bolmen än av Muråns utlopp (Figur 1a).

Insamling av data

Mätningar har gjorts fortlöpande vid lokaler som har setts ut tidigare av Juha Rankinen på Forskningsstation Bolmen då han ska använda dessa för mätningar under en längre period. De åtta lokalerna besöktes tio gånger vardera under en period på tio veckor, med start 9/2 2022. Detta för att generera ett tillräckligt brett underlag av data att analysera med målet att finna samband mellan absorbans och nederbörd samt absorbans och DOC. Vattenprover hämtades vid samtliga lokaler genom att samlas upp med hjälp av en plastbägare som var fäst på en pinne för ökad räckvidd. Vattnet hölls sedan över i sterila behållare som rymde 50 ml. Proverna förvarades i kylväska när de samlats in, för att sedan fortsätta hållas kalla i kylskåp tills de kunde analyseras.

Utöver insamlingar av vattenprover laddades väderdata med dygnsnederbörd ner från SMHI:s arkiv för öppna data. Den data som var av intresse var nederbördsmängd (dygn), vilket registrerats vid Ljungby väderstation.

Analys i labb

Mätning av brunifiering görs genom att man undersöker vattnets absorbans, vilket ger ett färgvärde på vattnet (Länsstyrelserna, 2016). Detta kan sedan användas för att jämföra brunifieringen mellan vatten samt påverkan på vattnets absorbans i förhållande till andra ämnen. Absorbansen kan mätas i olika våglängder, men enligt svensk standard är det 420 nanometer (nm) som är vanligast (Sveriges lantbruksuniversitet, 2022). Ett prov från varje lokal filtrerades genom micro-glasfiber filter med storleken 70 mm i diameter för att få bort stora partiklar. Det filtrerade vattnet analyserades i en spektrofotometer (Hach Lange DR 6000 LPG 441) i en kyvett på 5 cm för att ge ett mått på absorbansen vid 420 nm, i enlighet med svensk standard (Sveriges lantbruksuniversitet, 2022). Detta gjordes i Forskningsstation Bolmens labb. Resterande prover filtrerades genom ett sprutfilter med storleken 0,45 µm som förberedelse för att analyseras för löst organiskt kol (DOC). Proverna analyserades sedan i enlighet med svensk standard (SS-EN1484) (Svenska Institutet för Standarder, 2022) i en TOC-L-analysator (SHIMADZU/Tokyo/Japan) och för att säkerställa att utfallet av analyserna var korrekta var vart tionde prov som utfördes kontrollprov. För kontrollproven användes lösningar på 15 mg och 50 mg TOC/L, detta för att säkerställa kvaliteten på analyserna. Detta gjordes i Högskolan i Halmstads våtlabb och analyserna gjordes av Jasmin Borgert. All data sammanställdes sedan i Excel för att underlätta för mina framtida analyser.

Statistiska analyser

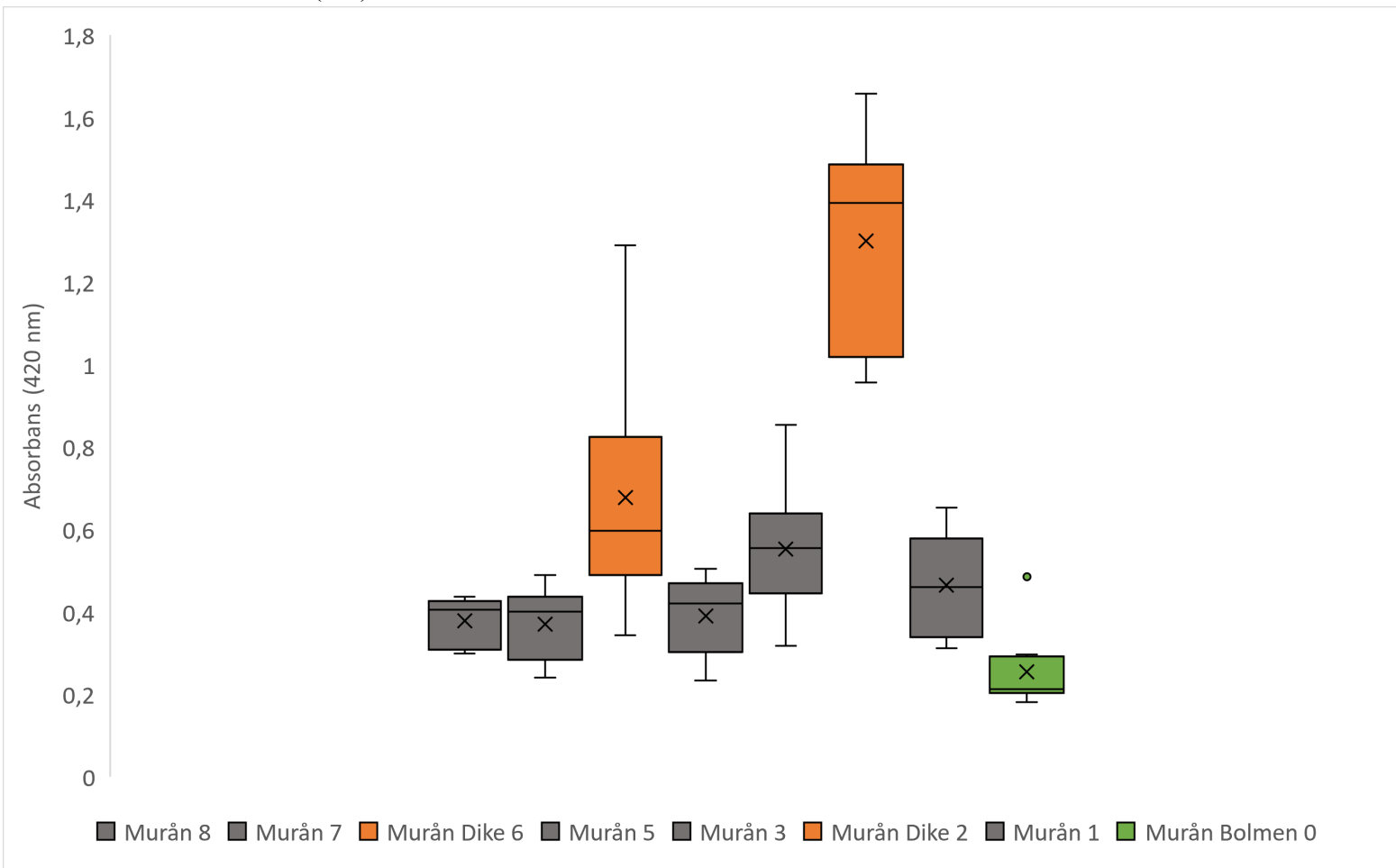
Statistiska analyser genomfördes i IBM SPSS Statistics 28. För att besvara om nederbörd med de olika intervallen i förhållande till provtagning av vattnet hade någon påverkan på vattnets absorbans analyserades lokalerna separat. Lokalernas absorbans analyserades sedan tillsammans med regnmängd i ett Spearman korrelationstest för att kunna finna ett eventuellt samband.

För att besvara om det fanns något samband mellan absorbans och DOC analyserades värdena för samtliga lokaler gruppvis, dvs absorbans och DOC ställdes i förhållande till varandra utan att vara bundna till specifika lokaler. Dessa parametrar korrelerades sedan med hjälp av en regressionsanalys.

Resultat

Absorbans hos lokalerna

Värdet på absorbansen fluktuerar mellan lokalerna och mättillfällena, med medianer mellan 0,213 nm (0,181–0,485) och 1,392 nm (0,956–1,300) (Figur 2). Regnmängd har registrerats för att kunna korreleras med absorbans, medianen på regnmängden vid de tre olika tillfällena är 0-0,1 mm (0-6).



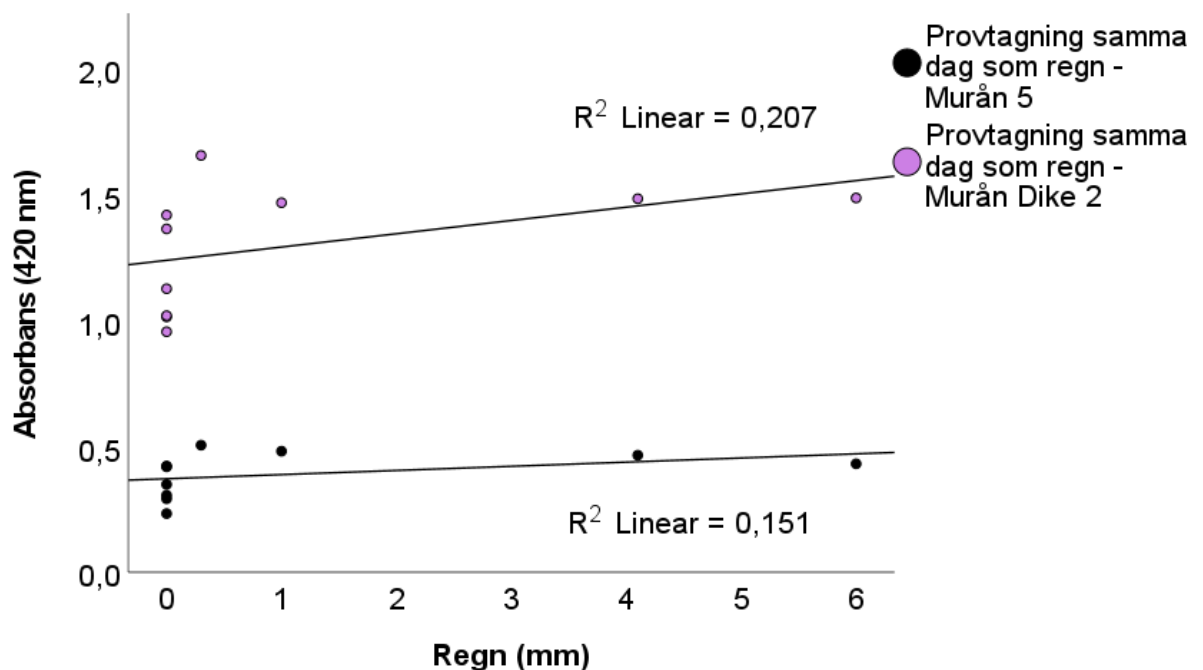
Figur 2: Spridning i absorbans hos samtliga lokaler.

Samband mellan absorbans och nederbörd

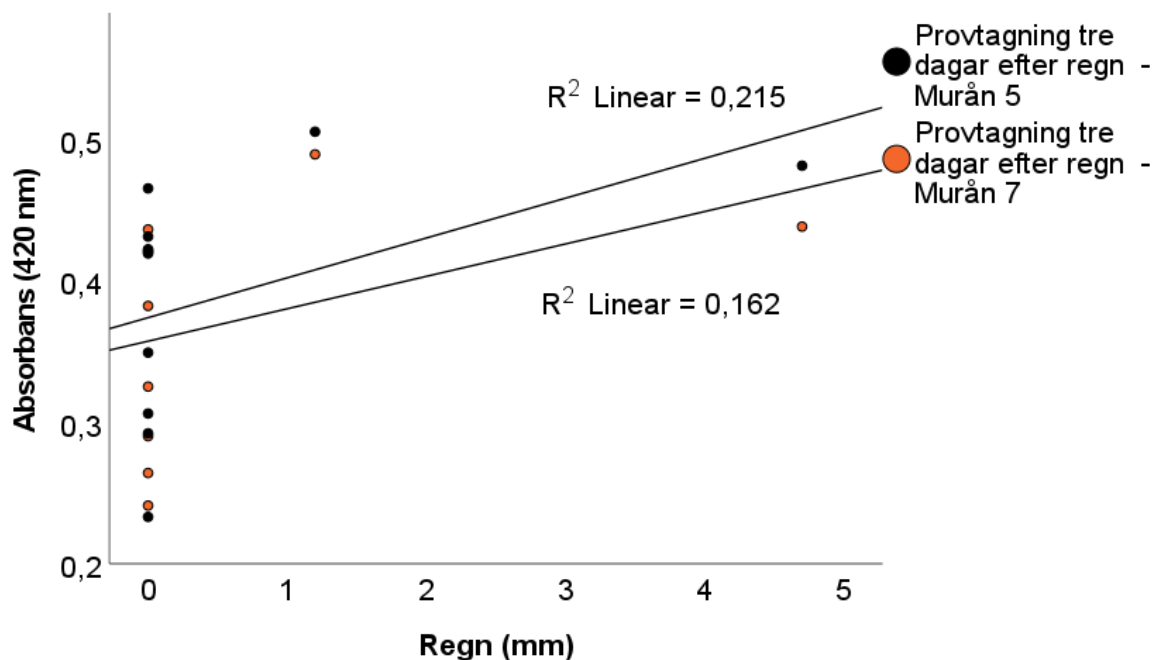
När provtagningar görs samma dag som nederbörden faller finns det en signifikant korrelation mellan nederbördsmängd och värdet på absorbansen vid lokalerna MurånDike2 (Spearman: $r=0,806$; $P=0,005$) och Murån5 ($r=0,751$; $P=0,012$) (Figur 3a). Vid övriga lokaler finns det inget signifikant samband och utfallen blev där enligt följande: MurånBolmen0 ($P=0,735$), Murån1 ($P=0,136$), Murån3 ($P=0,940$), MurånDike6 ($P=0,970$), Murån7 ($P=0,266$) samt Murån8 ($P=0,215$).

När provtagningar görs tre dagar efter nederbörden föll finns det en signifikant korrelation mellan nederbördsmängd och värdet på absorbans vid lokalerna Murån5 (Spearman: $r = 0,683$; $P = 0,029$) och Murån7 (Spearman: $r = 0,683$; $P = 0,029$) (Figur 3b). Vid övriga lokaler finns det inget signifikant samband och utfallen blev där enligt följande: MurånBolmen0 ($P = 0,103$), Murån1 ($P = 0,340$), MurånDike2 ($P = 0,148$), Murån3 ($P = 0,739$), MurånDike6 ($P = 0,582$) samt Murån8 ($P = 0,340$).

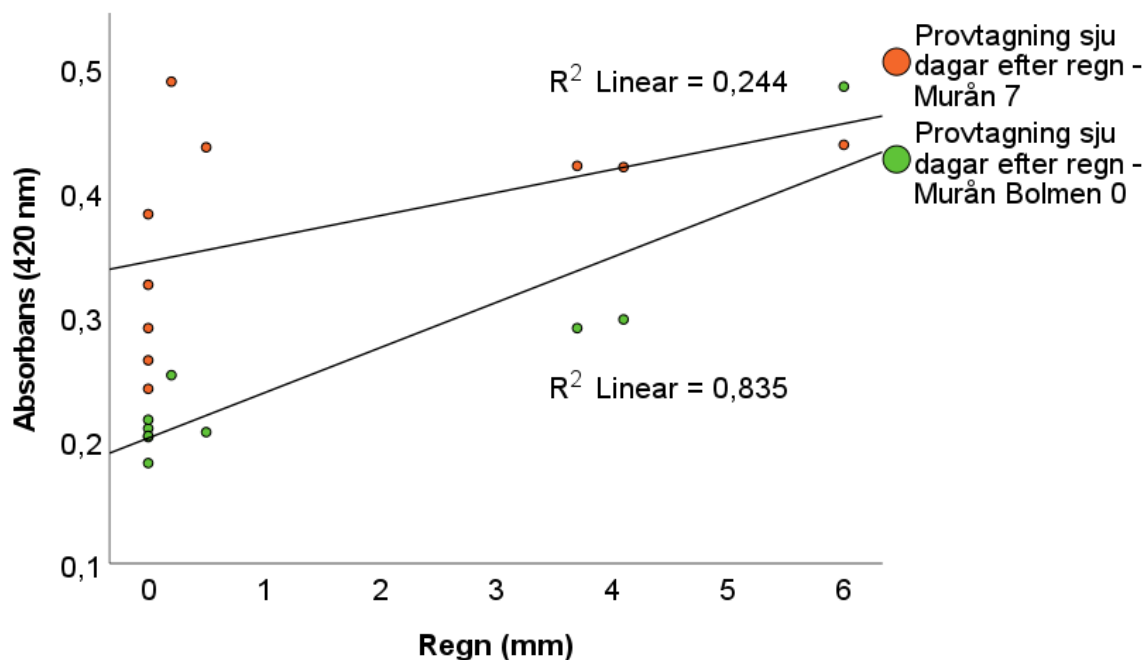
När provtagningar görs sju dagar efter nederbörden föll finns en signifikant korrelation mellan nederbördsmängd och värdet på absorbans vid lokalerna MurånBolmen0 (Spearman: $r = 0,821$; $P = 0,004$) och Murån7 (Spearman: $r = 0,756$; $P = 0,011$) (Figur 3c). Vid övriga lokaler finns det inget signifikant samband och utfallen blev där enligt följande: Murån1 ($P = 0,131$), MurånDike2 ($P = 0,143$), Murån3 ($P = 0,066$), Murån5 ($P = 0,082$), MurånDike6 ($P = 0,735$) samt Murån8 ($P = 0,074$).



Figur 3a: Tidsserie över signifikanta samband mellan absorbans och regn då provtagning gjorts samma dag som det regnat.



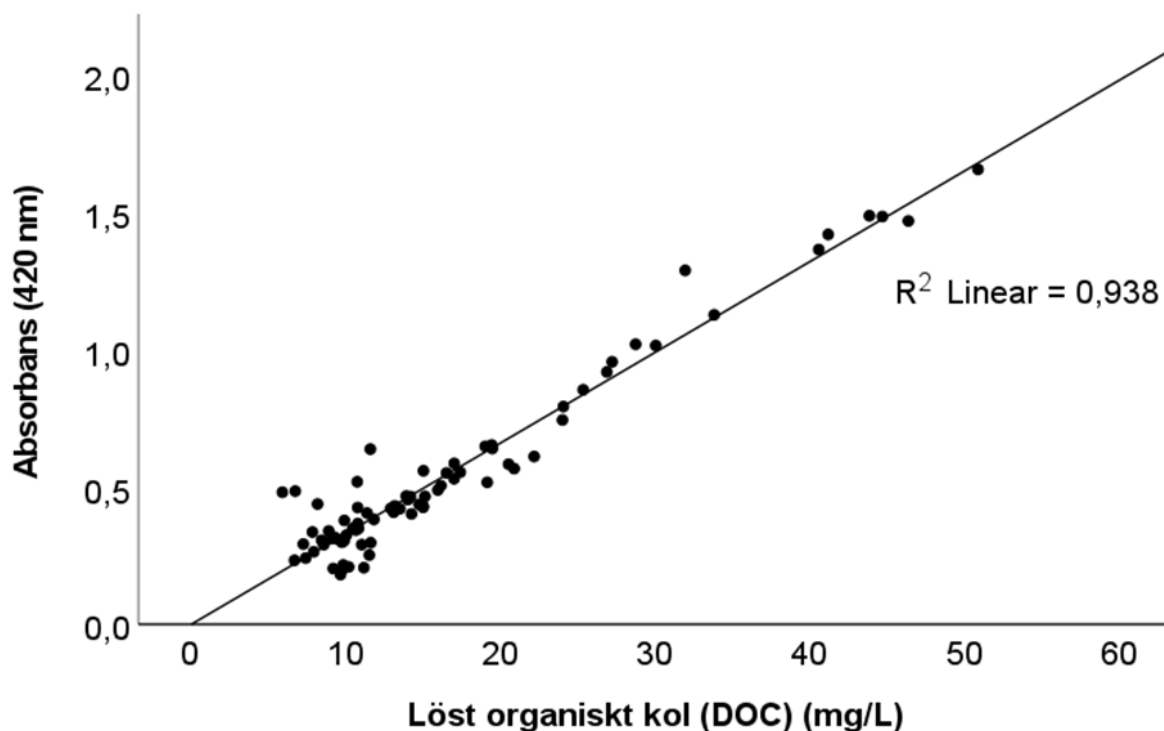
Figur 3b: Tidsserie över signifikanta samband mellan absorbans och regn då provtagning gjorts tre dagar efter det regnat.



Figur 3c: Tidsserie över signifikanta samband mellan absorbans och regn då provtagning gjorts sju dagar efter det regnat.

Samband mellan absorbans och DOC

Absorbansen har en median på 0,434 nm (0,181–1,66). Mängden DOC har en median på 13 mg/L (6,0–51). Absorbans och DOC har ett tydligt signifikant samband ($R^2 = 0,94$; $F = 1185$; $P < 0,001$) (Figur 4).



Figur 4: Samband mellan absorbans och DOC.

Diskussion

Nederbördens påverkan på absorbans

I 18 av de 24 fall som testats återfinns inget signifikant samband mellan variabeln nederbörd och absorbans för de enskilda lokalerna. En förklaring till varför det är så många lokaler som inte påverkas av regn kan vara att nederbördsmängden varit som mest 6 mm, vilket skulle kunna vara en för liten mängd för att ha någon mätbar påverkan på absorbans. Ytterligare förklaring kan vara att det beror på när under dagen provtagningarna gjorts, åtminstone när absorbansen testats i förhållande till variabeln regn samma dag. Om provtagningar gjorts under förmiddagen men regnet fallit senare under dagen skulle det inte påverka absorbansen, varför det är viktigt att även jämföra absorbans mot regn som fallit dagarna innan vattenproverna inhämtats, vilket bekräftas av Winqvist (2021). Mängden organiskt kol i omkringliggande mark kan också påverka hur absorbansen i marken reagerar vid nederbörd (Tipping *m. fl.*, 2022).

Det finns ett signifikant samband mellan absorbans och nederbörd i sex av fallen. Utifrån de resultat som framkommit kan en förklaring vara hur området runt lokalerna är utformade. När provtagningar gjorts samma dag som det regnat påverkas lokalerna MurånDike2 och Murån5, vilka skiljer sig åt i sin utformning (Figur 1a och 1b). Vid båda lokalerna rinner vattnet rakt och det finns vegetation som omgärdar dem. Under perioden för

provtagningar stod det konstant vatten på båda ställena och botten är mjuk. Bortsett från detta är dessa lokaler de som skiljer sig mest av de lokaler som påverkas av regn. De lokaler som påverkas när provtagningar skett tre dagar efter regn är Murån5 och Murån7, vilka båda är över tre meter breda (Figur 1a). Lokalerna förses ständigt med nytt vatten genom trummor under skogsvägar och vattenmassan på andra sidan vägen är betydligt större än vid lokalerna. När provtagningar skett sju dagar efter regn har MurånBolmen0 fått ett ökat värde för absorbansen (Figur 1a). Detta är den mätpunkt som ligger efter att ån runnit ut i Bolmen och därmed får man ta hänsyn till den spädningseffekt sjövattnet har, vilket diskuterats av Tipping *m. fl.* (2022). Denna mätpunkt påverkas troligt främst av det vatten som kommer norrifrån i Bolmen och är därmed inte representativ för hur Murån påverkas utan ger ett mer generellt utslag av de effekter regn har på absorbans. Även Murån7 ger ökat värde för absorbansen och här kan det bero på den större vattensamlingen innan lokalen samt att Murån rinner rakt i mer än 20 meter innan lokalen för provtagning (Figur 1a). Det finns indikationer på ett samband mellan brunifiering och nederbörds mängder (Winqvist, 2021), men för att fastställa hur det sambandet ser ut krävs mer forskning. Ett förslag är att fokus läggs på grundläggande egenskaper om hur vattnet tar sig fram genom landskapet samt dess fysiska utformning med sträckning och djup även innan provtagningspunkterna. Detta är intressant då det kan ge en förklaring till varför ökad absorbans som en följd av regn har ett samband med vattnets flödes hastighet (Eliasson, 2022; Tipping *m. fl.*, 2022). Även hur stort ett vattendrag behöver vara för att brunifierande ämnen ska hinna sedimentera kan vara en infallsvinkel, vilket diskuteras av Björnerås *m. fl.* (2022).

Fördröjd effekt av nederbörd?

De indikationer på att där verkar finnas en fördröjd effekt innan nederbörden syns i form av ökade värden på absorbansen bekräftas av Winqvist (2021), som kunde konstatera att färgtal och nederbörd längs Storån korrelerar. Däremot är det inte helt klart exakt hur lång fördröjningen är innan effekterna av nederbörden är mätbar i vattnet. Att det finns ett signifikant samband blir tydligt då denna studie utgår från veckovisa mätningar medan Winqvist (2021) har utgått från månatliga mätningar under flera år. Då denna studie bygger på tio veckors data innebär det att resultaten endast visar vad som sker under en kort period, vilket är en början för att förstå vad som sker med absorbansen vid nederbörd.

Wang *m. fl.* (2019) har kommit fram till att den fördröjda effekten av DOC i samband med nederbörd kan förklaras av när på året mätningar görs. De anser att innan tillväxtsäsongen kommit i gång, vilket ofta korrelerar med

kallare perioder, är det troligt att marken i stället absorberar regnet. Škerlep *m. fl.* (2019) har även de kunnat konstatera att mängden DOC som tillgängliggörs för transport till vatten ökar under de perioder som marken är täckt av grönskande växter, vilket ytterligare bekräftar vad Wang *m. fl.* (2019) diskuterar. Detta kan vara en förklaring till varför det endast finns ett signifikant samband mellan nederbörd och ökad absorbans vid ett fåtal lokaler, då mina undersökningar skett innan och i början av tillväxtperioden. Denna vinkling är intressant och för att kunna bekräfta att det stämmer in även på Murån krävs det vidare undersökningar framåt i tiden.

Där finns ett samband mellan nederbörd och brunifiering, men hur det ser ut skiljer mellan när provtagningar gjorts i förhållande till när det regnat samt vid de olika lokalerna. Effekten av när det regnat släpar efter vid de lokaler som är större, vilka står för 66% av de lokaler som visar på ett signifikant samband. De lokaler som gett utslag vid provtagningar tre respektive sju dagar efter regn ligger samtliga i den bredare delen av huvudfåran, alternativt ute i Bolmen. Utifrån vad som framkommit genom denna studie är det tydligt att mer forskning behövs då processerna som driver på brunifiering är komplexa, framför allt när de analyseras tillsammans. Sambandet mellan nederbörd och brunifiering bör undersökas i större utsträckning då detta är ett område där det endast finns ett fåtal studier i dagsläget och området är av stort intresse, inte minst med de framtida förväntade vädermönstren i åtanke. För att bättre förstå hur nederbörden påverkar brunifieringen bör vattendragen i sin helhet med fokus på bredd, djup och sträckning undersökas grundläggande och inte bara på just de platser där man tar prover på vattnet. Detta arbete kan användas som en grund för vilka områden som bör fokuseras på i första hand, då nederbörd påverkar brunifieringen i Murån olika beroende på såväl utformningen av ån som tidsaspekten.

Samband mellan absorbans och DOC

Det framgår tydligt att där finns en stark positiv korrelation mellan absorbans och DOC ($R^2=0,938$; $F=1185$; $P<0,001$). Att absorbans och DOC är beroende av varandra bekräftas i flertalet tidigare studier (Peacock *m. fl.*, 2014; Weyhenmeyer, Prairie och Tranvik, 2014; von Wachenfeldt, 2008). Peacock *m. fl.* (2014) har mätt förhållandet mellan absorbans vid olika nanometer och flera olika ämnen, varav DOC är ett. Här konstaterades att risken att absorbans påverkas av fler ämnen än DOC ökar desto högre nanometer absorbansen analyseras vid. För att förstå varför styrkan i sambandet ändras krävs det att man mäter fler ämnen än DOC, framför allt järn nämns ha stor betydelse för hur stor mängd DOC som finns i vattnet (Peacock *m. fl.* 2014). För att förstå hur de processer som sker uppströms

påverkar Murån nedströms är det som framkommit i en studie av Eliasson (2022) betydelsefullt, då han konstaterat att ämnestransporten till stor del påverkas av vattnets flödes hastighet. Det kan vara därför absorptionsen i denna studie inte påverkats signifikant av nederbörden vid Murån1 och Murån5 som ligger nedströms från de två diken som ingått och varit kraftigt brunifierade (Figur 1a och 1b). Sedan tidigare har det konstaterats att faktorer som avrinningsområden och dess vegetation ligger till grund för hur hög halt av DOC som återfinns i vattnet (Grabs *m. fl.* 2012; Lidman *m. fl.* 2017). Vad marken som omger vattendragen används till samt vilken typ av vegetation som finns här är även det faktorer som kan bidra till att förstå hur nederbörd påverkar brunifiering samt hur mycket DOC som finns i vattnet, vilket är helt i linje med vad Borgert (2021) kunde konstatera i sin studie. Med detta som bakgrund kan slutsatsen att absorptionsen i MurånDike2 ökar vid regn samma dag dras till följd av att marken för med sig en stor mängd organiskt kol. Varför detta inte stämmer då provtagningar gjorts tre respektive sju dagar efter regn kan bero på att vattnet saknar flöde (Eliasson, 2022). Det i sin tur innebär att det inkommande organiska kolet hinner sedimentera innan provtagningarna genomförs (Björnerås *m. fl.*, 2021).

Brunifiering till följd av nederbörd är ett komplext område som kräver mer forskning då det har direkt påverkan på vattendrag, vilken i förlängningen även påverkar de organismer som lever längs dessa vatten. Klimatförändringarna innebär ändrade vädermönster, vilket leder till att de naturliga processerna rubbas då vi riskerar att få färre men kraftigare regnväder. Detta resulterar i urlakning av ämnen i samband med nederbörd, med större stötar av näringstillförsel av lösta ämnen i vattendragen som följd. I detta specifika fall påverkar brunifieringen det dricksvatten som försörjer delar av Skåne och om lyckas vi förebygga kraftiga fluktuationer av brunifierat vatten kan det innebära att en mindre insats krävs för rening av vattnet.

Referenser

Arzel, C., Nummi, P., Arvola, L., Pöysä, H., Davranche, A., Rask, M., Olin, M., Holopainen, S., Viitala, R., Einola, E och Manninen-Johansen, S. (2020) 'Invertebrates are declining in boreal aquatic habitat: The effect of brownification?', *Science of the Total Environment*, 724.
DOI:10.1016/j.scitotenv.2020.138199

Borgert, J. (2021) *Spruce forests and peat wetlands in lake Bolmen's catchment both leak and degrade coloured dissolved organic carbon*. Masterexamen. Högskolan i Halmstad.

Björnerås, C., Persson, P., Weyhenmeyer, G.A., Hammarlund, D. och Kritzberg, E.S. (2021) 'The lake as an iron sink – new insights on the role of iron speciation', *Chemical Geology*, 584.
DOI:10.1016/j.chemgeo.2021.120529

Eliasson, J. (2022) *En undersökning av Murån – brunifiering och orsak*. Kandidatexamen. Högskolan i Halmstad.

Globala målen (2021). Tillgänglig på: globalamalen.se (hämtad 2022-02-17).

Grabs, T., Bishop, K., Laudon, H., Lyon, S.W. och Seibert, J. (2012) 'Riparian zone hydrology and soil water total organic carbon (TOC): implications for spatial variability and upscaling of lateral riparian TOC exports', *Biogeosciences*, 9, 3901-3916. DOI:10.5194/bg-9-3901-2012

Klante, C., Larson, M. och Persson, K. M. (2021) 'Brownification in lake Bolmen, Sweden, and its relationship to natural and human-induced changes', *Journal of Hydrology: Regional studies*, 36.
DOI:10.1016/j.ejrh.2021.100863

Kritzberg, E.S., Hasselquist, E.M., Škerlep, M., Löfgren, S., Olsson, O., Stadmark, J., Valinia, S., Hansson, L-A. och Laudon, H. (2020) 'Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers, and potential mitigation measures', *Ambio*, 49, 375-390. DOI:10.1007/s13280-019-01227-5

Köhler, S. J., Kothawala, D., Futter, M.N., Liungman, O och Tranvik, L. (2013) 'In-lake processes offset increased terrestrial inputs of dissolved organic carbon and color to lakes', *PloS ONE*, 8(8).
DOI:10.1371/journal.pone.0070598

Lantmäteriet (2022). Tillgänglig på: Minkarta.lantmateriet.se (hämtad: 2022-01-23).

Lidman, F., Boily, Å., Laudon, H och Köhler, S.J. (2017) 'From soil water to surface water – how the riparian zone controls element transport from a boreal forest to a stream', *Biogeosciences*, 14, 3001-3014. DOI:10.5194/bg-14-3001-2017

Lindberg, J och Engdahl, A. (2020) *Recipientkontrollen i Lagan 2019*. Tillgänglig på: Lagan.vattensamverkan.se (hämtad: 2022-01-23).

Litton, C. M. och Giardina, C. P. (2008) 'Below-ground carbon flux and partitioning: global patterns and response to temperature', *Functional Ecology*, 22, 941-954. DOI:10.1111/j.1365-2435.2008.01479.x

Lundquist, E. J., Jackson, L. E. och Scow, K. M. (1999) 'Wet-dry cycles affect dissolved organic carbon in two California agricultural soils', *Soil Biology and Biochemistry*, 31(7), 1031-1038. DOI:10.1016/S0038-0717(99)00017-6

Länsstyrelserna (2016) *Klimatrelaterade förändringar i sjöar och vattendrag – En jämförelse mellan två perioder (1995-2000 och 2009-2014)*. Tillgänglig på: Lansstyrelsen.se (hämtad 2022-02-03).

Peacock, M., Evans, C.D., Fenner, N., Freeman, C., Gough, R., Jones, T.G. och Lebron, I. (2014) 'UV-visible absorbance spectroscopy as a proxy for peatland dissolved organic carbon (DOC) quantity and quality: considerations on wavelength and absorbance degradation', *Environmental Science: Processes & Impacts*, 16(6), 1445- 1461. DOI:10.1039/c4em00108g

Rizinjirabake, F., Pilesjö, P. och Tenenbaum, D. E. (2019) 'Dissolved organic carbon leaching flux in a mixed agriculture and forest watershed in Rwanda', *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 26. DOI:10.1016/j.ejrh.2019.100633

Shrestha, K.B., Thapa, B.R., Aihara, Y., Shrestha, S., Bhattarai, A.P., Bista, N., Kazama, F. och Shindo, J. (2018) 'Hidden Cost of Drinking Water Treatment and Its Relation with Socioeconomic Status in Napalese Urban Context', *Water*, 10(5). DOI:10.3390/w10050607

Škerlep, M., Steiner, E., Axelsson, A-L. och Kritzberg, E. S. (2019) 'Afforestation driving long-tern surface water browning', *Global Change Biology*, 26(3). DOI:10.1111/gcb.14891

SMHI (2021) *Klimatförändringen är tydlig redan idag*. Tillgänglig på: SMHI.se (hämtad 2022-02-03).

Sobek, S., Tranvik, L.J., Prairie, Y.T., Kortelainen, P. och Cole, J.J. (2007) 'Patterns and regulation of dissolved organic carbon: An analysis of 7,500

widely distributed lakes', *Limnology and oceanography*, 52(3), 1208-1219.
DOI:10.4319/lo.2007.52.3.1208

Svenska Institutet för Standarder (2022) *Vattenundersökningar – Riktlinjer för bestämning av totalt organiskt kol (TOC) och löst organiskt kol (DOC)*. Tillgänglig på: Sis.se (hämtad 2022-04-24).

Sveriges lantbruksuniversitet (2022) *Vattenfärg – absorbans*. Tillgänglig på: Slu.se (hämtad 2022-04-13).

Sydvatten (2021). Tillgänglig på: Sydvatten.se (hämtad 2022-01-23).

Tipping, E., Elias, J.L., Keenan, P.O., Helliwell, R.C., Pedentchouk, N., Cooper, R.J., Buckingham, S., Gjessing, E., Ascough, P., Bryant, C.L. och Garnett, M.H. (2022) 'Relationships between riverine and terrestrial dissolved organic carbon: Concentration, radiocarbon signature, specific UV absorbance', *Science of the Total Environment*, 817. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153000

von Wachenfeldt, E., Sobek, S., Bastviken, D. och Tranvik, L.J. (2008) 'Linking allochthonous dissolved organic matter and boreal lake sediment carbon sequestration: The role of light-mediated flocculation', *Limnology and oceanography*, 53(6), 2416-2426.
DOI:10.4319/lo.2008.53.6.2416

Wang, D., Li, Z., Li, Z., Ma, W. och Nie, X. (2019) 'Response of organic carbon in drainage ditch water to rainfall events in Zoige Basin in the Qinghai-Tibet Plateau', *Journal of Hydrology*, 579.
DOI:10.1016/j.jhydrol.2019.124187

Weyhenmeyer, G.A., Prairie, Y.T. och Tranvik, L.J. (2014) 'Browning of boreal freshwaters coupled to carbon-iron interactions along the aquatic continuum', *PLoS ONE*, 9(2). DOI:10.1371/journal.pone.0088104

Winqvist, E. (2021) *Patterns and factors affecting brownification in a boreal river*. Master thesis. Lunds universitet. Tillgänglig på: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9069255> (hämtad 2022-04-25).

de Wit, H.A., Valinia, S., Weyhenmeyer, G.A., Futter, M.N., Kortelainen, P., Austnes, K., Hessen, D.O., Räsänen, A., Laudon, H. och Vuorenmaa, J. (2016) 'Current Browning of Surface Waters Will Be Further Promoted by Wetter Climate', *Environmental Science & Technology Letters*, 3, 430-435.
DOI: 10.1021/acs.estlett.6b00396