

Hydrologiska effekter av vattenfördröjande åtgärder i sjöar och våtmarker i Emåns avrinningsområde

Delområde 2. Tjuståsasjön – Lillån



Emåförbundet

Rapport

September 2022

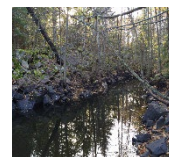
Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Hydrologiska effekter av vattenfördröjande åtgärder i sjöar och våtmarker i Emåns avrinningsområde

Delområde 2. Tjuståsasjön – Lillån

Framtagen för Emåförbundet
Kontaktperson Jens Nilsson



Lillån nedströms Tjuståsasjön. Foto: Emåförbundet

Projektledare	Ola Nordblom
Kvalitetsansvarig	Markus Petzén
Handläggare	Ola Nordblom

Uppdragsnummer	12804282
Godkänd datum	2022-09-19
Version	1.1
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Bakgrund och syfte	1
1.1	Frågeställning.....	1
2	Modell och indata.....	2
2.1	Använda modellverktyg.....	2
2.2	Indata till modelleringen	2
3	Områdesbeskrivning	3
3.1	Tjuståsasjön / Lillåns avrinningsområde.....	3
3.2	Höjdförhållanden	5
4	Modellering av åtgärdseffekter.....	7
4.1.1	Flöden	7
4.1.2	Modellering av vattennivåer för nuvarande förhållanden.....	7
4.1.3	Modellerade nivåer före/efter åtgärder	9
4.1.4	Modellerade flöden före/efter åtgärder	11
5	Diskussion och slutsatser	13
6	Referenslista	13

1 Bakgrund och syfte

DHI har på uppdrag av Emåförbundet gjort modellberäkningar och analyser av hydrologiska effekter av vattenfördröjande åtgärder i tidigare avsänkta sjöar och våtmarker i tre delavrinningsområden inom Emåns avrinningsområde. Arbetet bygger på modeller och metoder som har tillämpats i tidigare utredningar för Länsstyrelsen i Kalmar län (/1/, /2/), men också på nya lokala modeller, inmätningar och hydrologiska data.

Syftet är att undersöka potentialen för flödesutjämning vid en höjning av trösklarna vid utloppen av de undersökta sjöarna och våtmarkerna. Följande områden har studerats:

- Kalvenäsesjön med angränsande våtmark runt sjön
- Tjuståsasjön med våtmarker längs med Lillån på sträckan mellan Tjuståsasjön och Lövshult
- Gösjön med våtmarker längs med åsträckan mellan Gösjön och Tigerstad kanal

I denna rapport redovisas resultaten för området **Tjuståsasjön / Lillån**. Resultaten för de andra områdena redovisas i separata rapporter.

Analysen bygger på modellberäkningar före och efter flödesutjämnande åtgärder vid utloppet av Tjuståsasjön / Lillesjön, Sandhultesjön och Skorpatorpesjön. Underlaget till modelleringen är översiktligt och tillgången till data för kalibrering och kontroll har varit begränsad. Resultaten ska därför i första hand användas för att utläsa relativa effekter av åtgärder på flöden och vattennivåer.

1.1 Frågeställning

Frågan som ska utredas är i vilken utsträckning en återställning av sjönivåerna i den sänkta Tjuståsasjön, samt i utdikade våtmarker nedströms sjön, skulle bidra till att höja lågflödena i Lillån (Tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning av område, undersökt åtgärd och analys för Tjuståsasjön med våtmarker.

Område/ avgränsning	Fokus	Undersökt åtgärd	Modellering / analys
Från Tjuståsasjön till utloppet av Skorpatorpesjön	Påverkan på lågflöden	Höjning av tröskelnivåer vid Tjuståpsasjön/Lillesjön, Sandshultesjön och Skorpatorpesjön	Modellering av en längre period (30 år) före och efter åtgärder.

2 Modell och indata

2.1 Använda modellverktyg

Modellen har byggts upp i DHI:s endimensionella hydrauliska modellverktyg MIKE Hydro River¹. I modellen beskrivs sjöns och vattendragets magasinvolym, geometri och lutning med ett antal tvärsektioner. Strömningsmotståndet beskrivs med en råhetsparameter (Mannings tal). Flödeskapaciteten genom kulvertar, vägtrummor och utskov beräknas med inbyggda empiriska samband. Modellen går snabbt att bygga upp från inmätta tvärsektioner och kan enkelt anpassas för att simulera effekter av fysiska åtgärder på flöden och vattennivåer.

Tillrinningen till den hydrauliska modellen baseras på SMHI:s hydrologiska modellberäkningar (S-HYPE).

2.2 Indata till modelleringen

Indata till modelleringen har utgjorts av allmänt kartunderlag (höjdmodell, kartsikt, ortofoto) och hydrologiska modelldata från S-HYPE, se Tabell 2.

I brist på inmätta tvärsektioner i åfåran användes dikesprofiler (bredd och släntlutning) enligt uppgifter i Tjuståsasjöns sänkningsföretag 1941², i kombination med nivåer och fallprofil enligt höjdmodellen.

Allt underlag och alla resultat i rapporten redovisas i höjdsystemet RH 2000.

Tabell 2. Underlag till modelleringen.

Underlag	Kommentar
Höjdmodell	Raster 2x2 m från Lantmäteriets laserskanning (Länsstyrelsen).
Ortofoto	Ortofoto, Lantmäteriet, år 1960, 1975 och 2020 (Länsstyrelsen).
Fastighetskartan	Kartsikt med markanvändning, vattenytor, bebyggelse, vägar mm. (Länsstyrelsen)
Dikessektioner	Dikesprofiler (bredd och släntlutning) enligt handlingar från dikningsföretaget.
Flödesdata	Data från flödesmätningar vid Forshultesjön (SMHI).
Foton	Foton tagna i samband med inmätningar (Emåförbundet).
Nederbörd, temperatur	Stationsdata, dygnsmedel (SMHI)
S-HYPE-data	Hydrologiska modelldata, dygnsmedel (SMHI).

¹ MIKE Hydro River är efterföljaren till DHI:s hydrauliska modellverktyg MIKE 11.

² <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=16241dba8b5645e18f6bbb9e4f5ff962>

3 Områdesbeskrivning

3.1 Tjuståsasjön / Lillåns avrinningsområde

Figur 1 visar nedre delen av Lillåns avrinningsområde, från Tjuståsasjön till utloppet i Emån. Av Lillåns totala avrinningsområde på 140 km² ligger ca 126 km² uppströms Tjuståsasjöns utlopp (modellens övre rand), ca 9 km² tillkommer på sträckan fram till bron vid Lövshult (modellens nedre rand) och ytterligare ca 5 km² tillkommer fram till utloppet i Emån. Enligt Vattenwebben (SMHI) domineras Lillåns avrinningsområde av skogsmark (>80 %). Resten är jordbruksmark (ca 7 %), sjöar och vattendrag (ca 4 %), hedmark (ca 3 %) och myr/våtmark (ca 2 %).



Figur 1. Lillåns nedre avrinningsområde. ©Lantmäteriet.

Figur 2 visar Tjuståsasjön med våtmarksområdena Lillesjön, Sandshultesjön och Skorpatorpesjön på sträckan (7 km) ner till Lövshult. Strax nedströms bron vid Lövshult faller Lillån lokalt (bestämmande sektion), vilket är en lämplig nedre avgränsning för modellen.

Både Tjuståsasjön och våtmarkerna i Figur 2 är avsänkta genom tidigare utdikningar. Enligt handlingarna från Tjuståsasjöns sänkingsföretag 1941 planerades för (och troligen genomfördes) en sänkning av respektive sjö/våtmark med 1.3–1.5 m.



Figur 2. Tjuståsasjön, Lillesjön, Sandshultesjön och Skorpatorpesjön. Avstånd (m) längs Lillån från Tjuståsasjön. ©Lantmäteriet.

3.2 Höjdförhållanden

Figur 3 visar fallprofilen mellan Tjuståsasjön och Lövshult (7000 m) enligt höjdmodellen och ungefärliga lägen för respektive sjö / våtmark. Flödet i Lillån vid tidpunkten för höjdskaningen (2011-04-18) var drygt 1 m³/s.

Tjuståsasjön ligger normalt på ca +19 m. Total fallhöjd på sträckan är ca 2.7 m, varav 1.5 m uppströms och 1.2 m nedströms Skorpatorpesjön. Nivåskillnaden mellan Tjuståsasjön och Lillesjön är ca 0.3 m, mellan Lillesjön och Sandshultesjön ca 0.5 m och mellan Sandshultesjön och Skorpatorpesjön ca 0.8 m. Den genomsnittliga lutningen på sträckan är ca 0.4 ‰, med lokala variationer upp till som mest 1.5 ‰ nedströms Skorpatorpesjön.



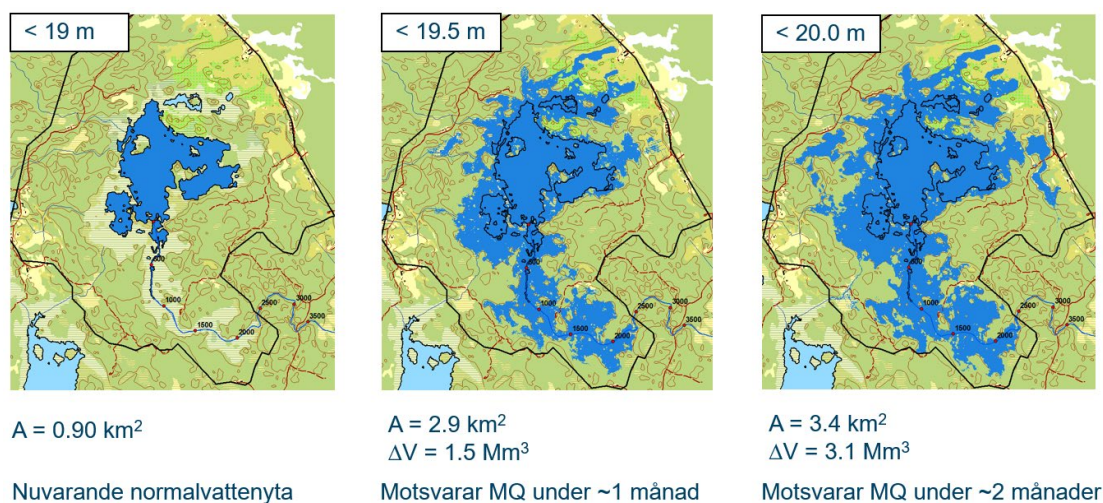
Figur 3. Fallprofil och lutning enligt höjdmodellen från sjön till bestämmande sektionen vid Lövshult.

Figur 4 visar vilka områden runt Tjuståsasjön / Lillesjön som enligt höjdmodellen hamnar under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m respektive 1 m i förhållande till medelnivån i Tjuståsasjön (+19.0 m). Höjningen antas ske vid utloppet av Lillesjön så att en sammanhängande sjöyta skapas av Tjuståsasjön och Lillesjön. I figuren anges även vattenytans totala area, samt tillskapad magasinsvolym över +19.0 m.

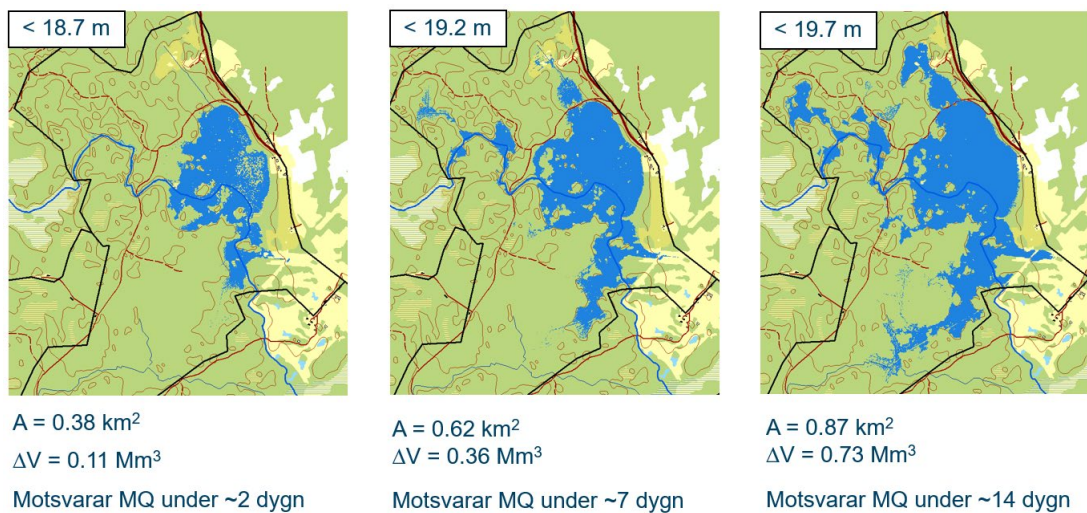
Figur 5 visar vilka områden runt Sandshultesjön som enligt höjdmodellen hamnar under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m, 1.0 m respektive 1.5 m i förhållande till medelnivån (+18.2 m) i Lillån genom den idag torrlagda Sandshultesjön. Höjningen antas ske vid den gamla banvallen nedströms Sandshultesjön så att en sammanhängande sjöyta skapas upp till Sandshultesjön. I figuren anges även vattenytans totala area, samt tillskapad magasinsvolym över +18.2 m.

Figur 6 visar vilka områden runt Skorpatorpesjön som enligt höjdmodellen hamnar under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m, 1.0 m respektive 1.5 m i förhållande till medelnivån (+17.5 m) i Lillån genom den idag torrlagda Skorpatorpesjön. Höjningen antas ske direkt vid Skorpatorpesjöns utlopp. I figuren anges även vattenytans totala area, samt tillskapad magasinsvolym över +17.5 m.

Det kan noteras att vid 0.5 – 1 m höjning blir den tillskapade magasinsvolymen i Tjuståsasjön / Lillesjön 6 – 8 gånger större än summan av den tillskapade volymen för Sandshultesjön och Skorpatorpesjön. Bidraget från Sandshultesjön och Skorpatorpesjön till den totala tillskapade volymen blir således ganska litet.



Figur 4. Tjuståsasjön och Lillesjön. Områden under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m resp. 1.0 m i förhållande till dagens medelnivå (+19.0 m) i Tjuståsasjön. ©Lantmäteriet.



Figur 5. Sandshultesjön. Områden under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m, 1.0 m resp. 1.5 m i förhållande till dagens medelnivå (+18.2 m) vid Sandshultesjön. ©Lantmäteriet.



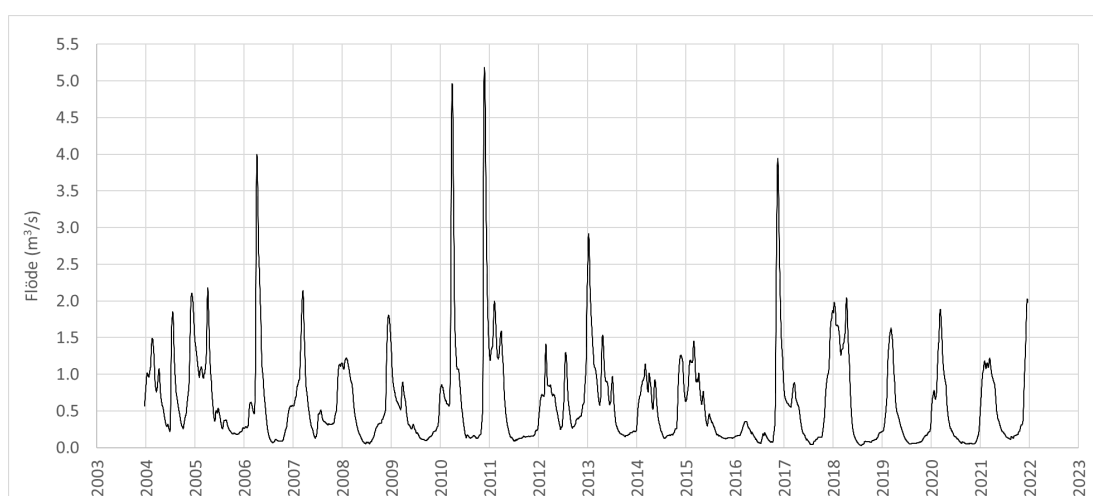
Figur 6. Skorpetorpesjön. Områden under vatten vid höjning av vattenytan med 0.5 m, 1.0 m resp. 1.5 m i förhållande till dagens medelnivå (+17.5 m) vid Skorpetorpesjön. ©Lantmäteriet.

4 Modellering av åtgärdseffekter

Nedan redovisas beräkningar av flöden och nivåer före och efter höjning av Tjuståsasjön / Lillån, Sandshultesjön och Skorpetorpesjön.

4.1.1 Flöden

Tillrinningen till Tjuståsasjön och våtmarkerna nedströms baseras på S-HYPE-data (stations-korrigerade flöden) och arealviktning. Närheten till mätstationen Forshultesjön Nedre (stationsnr. 1619) som ligger strax uppströms Tjuståsasjön gör att modellerade flöden från S-HYPE antas vara relativt tillförlitliga. S-HYPE-serien för Tjuståsasjöns utlopp visas i Figur 7 och motsvarande karakteristiska flöden i Tabell 3.



Figur 7. Modellberäknade flöden vid Tjuståsasjöns utlopp enligt S-HYPE (2004–2021).

Tabell 3. Karakteristiska flöden (m³/s) för Tjuståsasjöns utlopp enligt S-HYPE (2004 – 2021).

Flöde	Tjuståsasjön utlopp (126 km²)
Medel högflöde (MHQ)	2.3
Medelflöde (MQ)	0.6
Medel lågflöde (MLQ)	0.1

4.1.2 Modellering av vattennivåer för nuvarande förhållanden

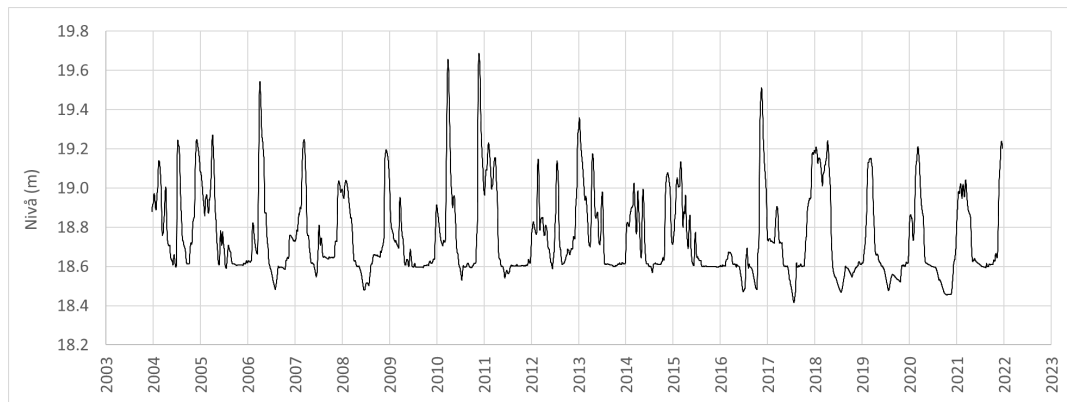
Flödesserierna från S-HYPE har använts i den hydrauliska modellen för att beräkna vattennivåer i Tjuståsasjön och i våtmarkerna nedströms, före och efter åtgärd.

Uppgifter om hur vattennivån varierar i Tjuståsasjön över året för nuvarande förhållanden saknas. Eftersom det också finns stora osäkerheter i underlaget till modellens tvärsektioner så blir modellerade absolutnivåer både i Tjuståsasjön och i våtmarkerna osäkra. Följande antaganden ligger till grund för modelleringen:

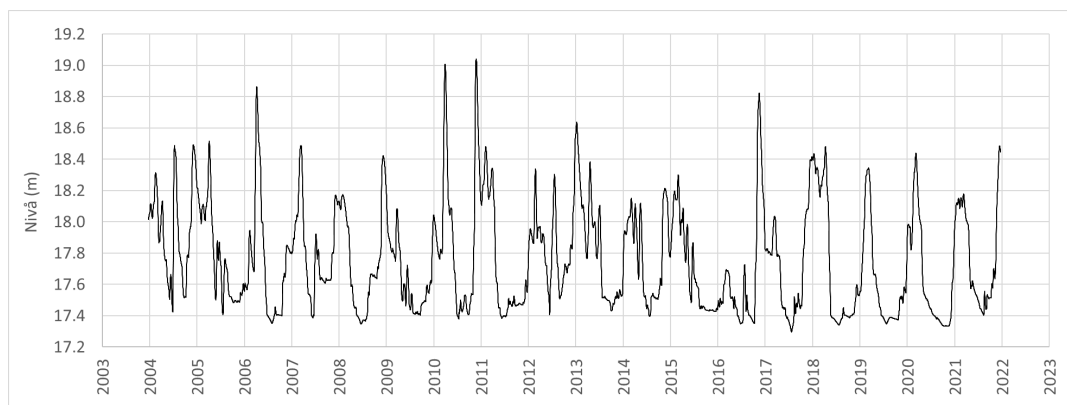
- Friktionsmotståndet har ställts in så att modellen ger samma vattennivåer som höjdmodellen vid skanningstillfället då flödet i Lillån var drygt 1 m³/s.

- Nivåspannet i Tjuståsasjön antas vara max 0.75 m, medelhögvattennivån högst +19.25 m och medellågvattennivån lägst +18.5 m. För att uppfylla detta har en grundtröskel som håller upp de lägsta vattennivåerna lagts in i modellen precis vid sjöutloppet.
- Sektionerna vid utloppen av Sandshultesjön och Skorpatorpesjön har justerats in så att modellerade medelhögvattennivåer hamnar strax över respektive marknivå i de torrlagda våtmarkerna.

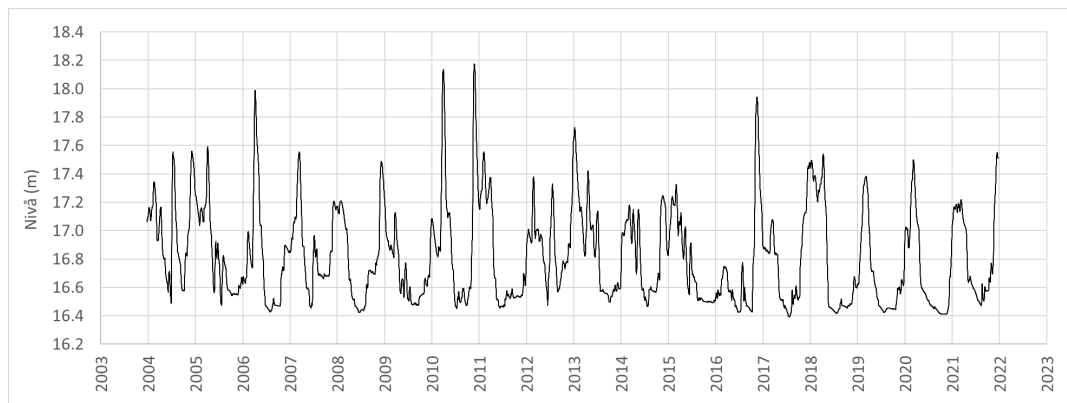
Resultaten från modellen för perioden 2004–2021 visas i Figur 8–Figur 10, samt i Tabell 4.



Figur 8. Modellerade nivåer i Tjuståsasjön för nuvarande förhållanden för perioden 2004–2021.



Figur 9. Modellerade nivåer i Sandshultesjön för nuvarande förhållanden för perioden 2004–2021.



Figur 10. Modellerade nivåer i Skorpatorpesjön för nuvarande förhållanden för perioden 2004–2021.

Tabell 4. Karakteristiska nivåer (m) före åtgärd baserat på modellberäkningar 2004–2021 (avrundat till närmaste 5 cm).

Vattennivå	Tjuståsasjön	Sandshultesjön	Skorpetorpesjön
Medel högvatten (MHW)	19.25	18.50	17.60
Medelvatten (MW)	18.75	17.75	16.80
Medel lågvatten (MLW)	18.55	17.40	16.50

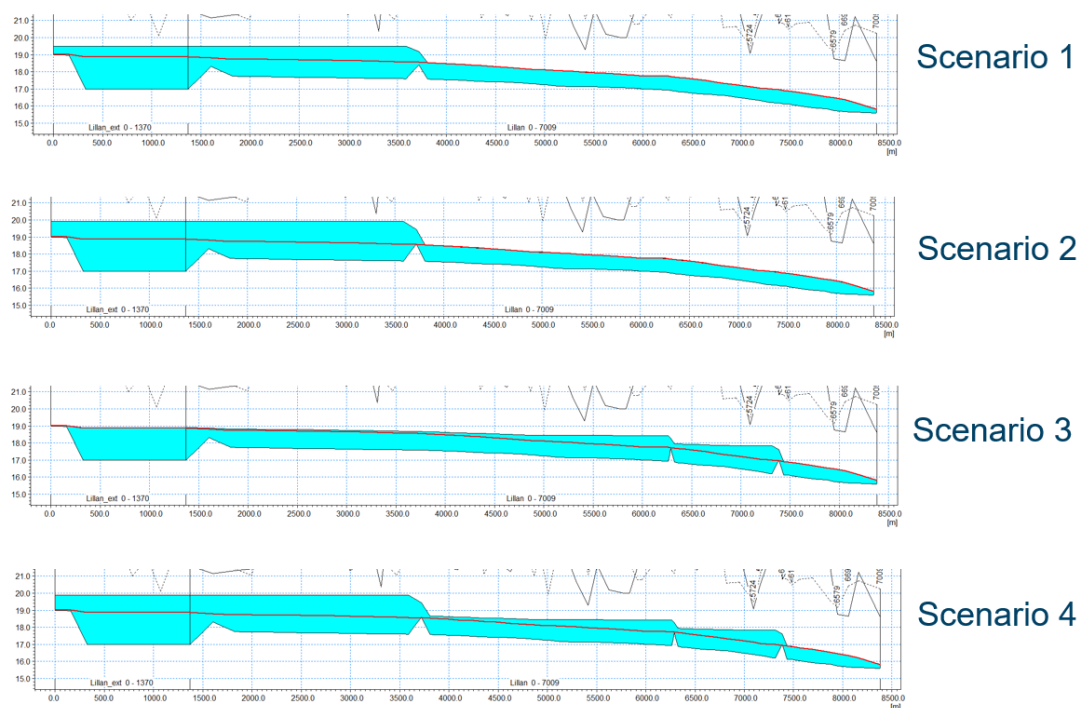
4.1.3 Modellerade nivåer före/efter åtgärder

Åtgärderna har simulerats genom att höja upp botten i modellens tvärsektioner vid våtmarksutloppen med 0.5–1 m. I verkligheten motsvarar detta en upptröskling över en sträcka på 50–100 m. För att simulera ett visst läckage genom tröskeln har en några decimeter bred och djup spalt lagts in i tröskelsektionen.

Följande scenarier har körts i modellen:

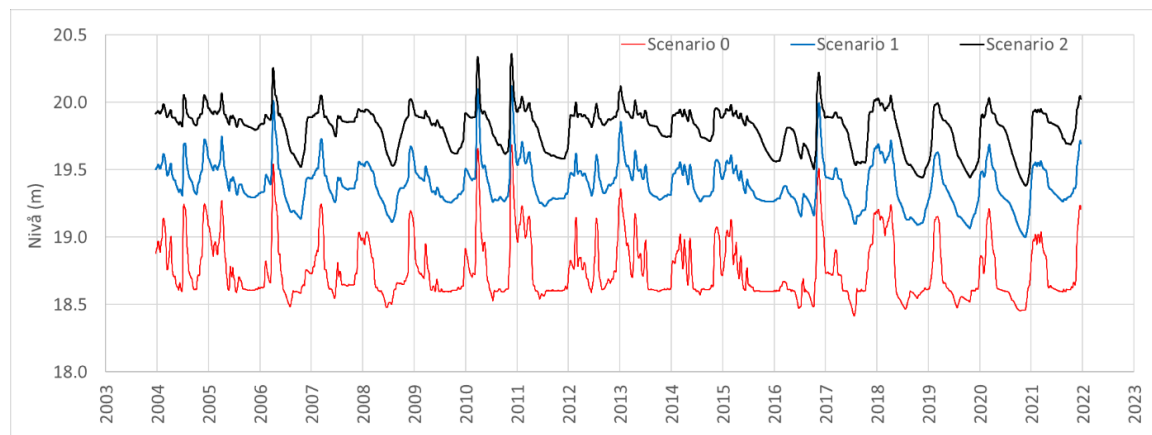
- Scenario 0: Nuläge
- Scenario 1: Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~0.5 m (ingen ändring Sandshulte & Skorpetorpe)
- Scenario 2: Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~1 m (ingen ändring Sandshulte & Skorpetorpe)
- Scenario 3: Höjning Sandshulte & Skorpetorpe ~1 m (ingen ändring Tjuståsasjön/Lillesjön)
- Scenario 4: Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~1 m, Sandshulte & Skorpetorpe ~1 m

En illustration av åtgärderna i respektive Scenario 1–4 visas i Figur 11.



Figur 11. Illustration av modellerade trösklar vid våtmarksutloppen i Scenario 1–4.

Figur 12 visar modellerade nivåer i Tjuståsasjön före/efter åtgärd för Scenario 0, 1 och 2 för perioden 2004–2021. Figur 13 visar karakteristiska nivåer för samtliga scenarier. Det kan noteras att nivåamplituden i sjön minskar efter nivåhöjningen. Hur lågt sjön sjunker under sommar/höst beror i hög grad på tröskelns utformning, vilket även påverkar lågflödena.



Figur 12. Modellerade nivåer i Tjuståsasjön före åtgärd (Scenario 0) och efter åtgärd (Scenario 1 och Scenario 2) för perioden 2004–2021.

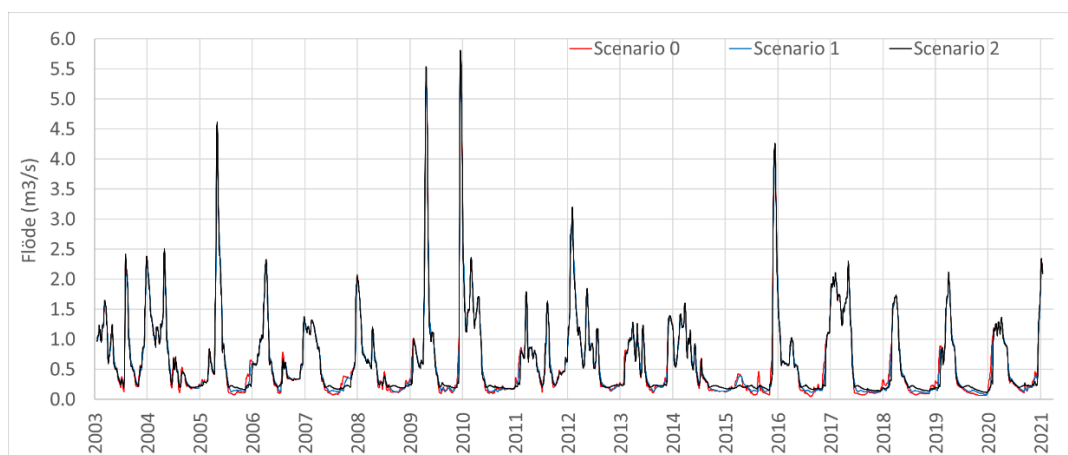
- **Scenario 0:** Nuläge
- **Scenario 1:** Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~0.5 m (ingen ändring Sandhultesjön & Skorpetorpasjön)
- **Scenario 2:** Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~1 m (ingen ändring Sandhultesjön & Skorpetorpasjön)
- **Scenario 3:** Höjning Sandhultesjön & Skorpetorpasjön ~1 m (ingen ändring Tjuståsa/Lillesjön)
- **Scenario 4:** Höjning Tjuståsasjön/Lillesjön ~1 m, Sandhultesjön & Skorpetorpasjön ~1 m

	Tjuståsasjön				Sandhultesjön			Skorpetorpasjön		
Scenario	Sc0	Sc1	Sc2	Sc4	Sc0	Sc3	Sc4	Sc0	Sc3	Sc4
MHW	19.25	19.75	20.10	20.10	18.50	18.70	18.70	17.60	18.15	18.15
MW	18.75	19.40	19.80	19.80	17.75	18.35	18.40	16.80	17.70	17.70
MLW	18.55	19.20	19.60	19.60	17.40	18.15	18.25	16.50	17.40	17.50

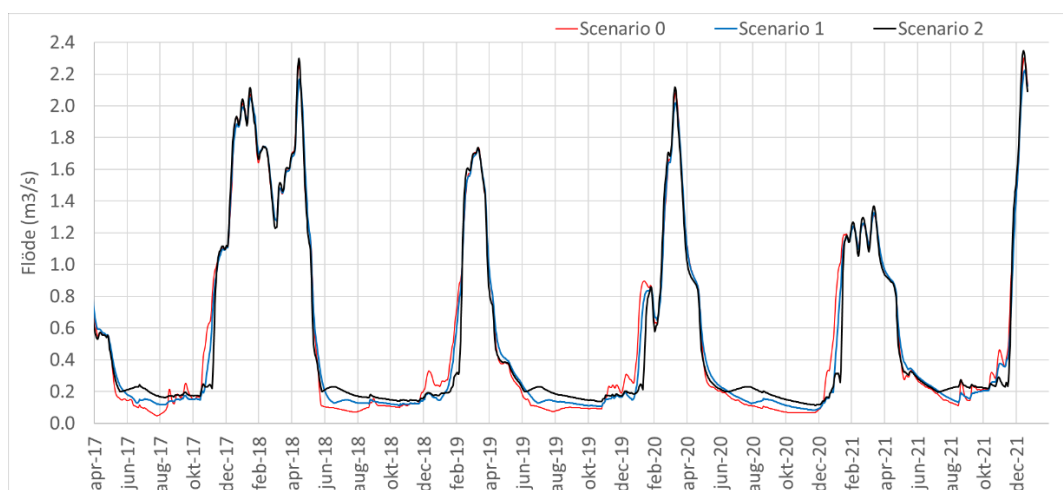
Figur 13. Modellerade nivåer i Tjuståsasjön, Sandhultesjön och Skorpetorpasjön för Scenario 0–4.

4.1.4 Modellerade flöden före/efter åtgärder

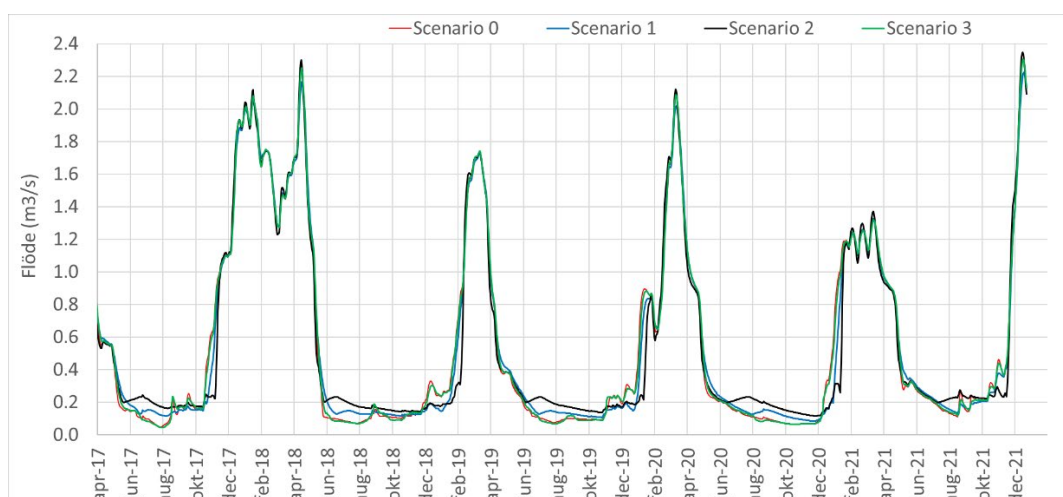
Figur 14 visar modellerade flöden nedströms Skorpetorpesjön (vid Lövshult) 2004–2021 för Scenario 0, 1 och 2. Figur 15 visar samma resultat uppförstorat till perioden 2017–2021. I Figur 16 har Scenario 3 lagts till.



Figur 14. Modellerade flöden vid Lövshult för perioden 2004–2021.



Figur 15. Samma som Figur 16, men uppförstorat till perioden 2017–2021.



Figur 16. Samma som Figur 15, men inklusive Scenario 3.

Resultaten visar att man i Scenario 2 kan uppnå nästan en fördubbling av lågflödena under 2 månader på sommaren jämfört med Scenario 0 (nuläge). Scenario 3 ger praktiskt taget samma flöden som Scenario 0, d.v.s. höjningen av enbart Sandshultesjön och Skorpatorpesjön ger en mycket liten flödesutjämning och höjning av lågflödena. Scenario 4 (visas ej i figuren) ger praktiskt taget samma effekt på flödena som Scenario 2.

Beräknade karakteristiska flöden redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Karakteristiska flöden (m³/s) vid Lövshult före och efter åtgärd i Scenario 0–4.

Flöde	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Medel högflöde (MHQ)	2.53	2.49	2.58	2.53	2.57
Medelflöde (MQ)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Medel lågflöde (MLQ)	0.10	0.14	0.18	0.10	0.16

5 Diskussion och slutsatser

- Modelleringen har visat hur stor potentialen är för flödesutjämning vid höjning av Tjuståsasjön / Lillesjön och våtmarkerna Sandshultesjön och Skorpetorpesjön genom anläggning av trösklar vid våtmarksutloppen, samt vilka effekter detta skulle få på sjönivåer och flöden nedströms.
- Underlaget till modelleringen är översiktligt och tillgången till data för kalibrering och kontroll har varit begränsad. Resultaten ska därför i första hand användas för att utläsa relativa effekter av åtgärderna på flöden och nivåer.
- Resultaten visar att en höjning av tröskeln vid Tjuståsasjön / Lillesjön gör det möjligt att hålla kvar större vattenvolymer inför sommaren. Åtgärden skulle kunna få relativt stor effekt på lågflödena nedströms, i grova drag en fördubbling under två månader på sommaren. Hur stor ökningen blir i praktiken beror mycket på tröskelns utformning, vilket bestämmer hur snabbt och hur långt ner sjön sänks av under perioder med låg tillrinning.
- Den tillskapade magasinsvolymen vid Sandshultesjön och Skorpetorpesjön ger mycket liten flödesutjämning och höjning av lågflödena, både som isolerad åtgärd och i kombination med höjningen av Tjuståsasjön.
- Utformningen av trösklarna vid sjöutloppen är en avvägning mellan (1) kravet på hög avbördningskapacitet vid höga nivåer för att undvika att sjöarna stiger alltför högt vid hög tillrinning, (2) lägre avbördningskapacitet vid medelhöga nivåer för att hålla kvar en stor del av volymen inför sommaren, och (3) tillräcklig avbördningskapacitet vid låga nivåer för att kunna nyttja hela magasinet.
- Möjligheterna att effektivt nyttja tillskapade magasinsvolymen med fasta strukturer är mer begränsade vid upptröskling jämfört med flödesutjämnande utskov bestående av tröskel (skibord) och bottenutskov. Det förklarar varför bara en liten del av den tillskapade magasinsvolymen runt Tjuståsasjön går att nyttja som fördröjd avrinning i detta fall.
- Om åtgärder planeras föreslås kontinuerliga nivåmätningar framförallt i Tjuståsasjön under en längre tid (ett år eller längre) före och efter åtgärd för uppföljning av åtgärdseffekter. Flödesmätningar i Lillån nedströms sjön ses som ett komplement. De kan göras vid enstaka tillfällen, men bör täcka in både låga, medelhöga och höga flöden.

6 Referenslista

- /1/ Vattendragsmodell för Emån – Modelluppbyggnad och inledande simuleringar. Rapport för Länsstyrelsen i Kalmar län, sept 2016, DHI uppdragsnr. 12802459.
- /2/ Modelluppdatering och fördjupad analys med Emåns vattendragsmodell. Rapport för Länsstyrelsen i Kalmar län, maj 2018, DHI uppdragsnr. 12803406.

