

# Inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar - MKB

*Alternativa lösningar  
-hydrologiska, vattenkemiska  
och vegetationsmässiga konsekvenser*

PETER ERIXON



# Inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar - MKB

Alternativa lösningar  
-hydrologiska, vattenkemiska  
och vegetationsmässiga konsekvenser

Peter Erixon

Luleå tekniska universitet  
Institutionen för kemi och geovetenskap  
Avdelningen för tillämpad geologi

Tryck: Universitetstryckeriet, Luleå

ISSN: 1402-1528

ISBN 978-91-86233-05-1

Luleå 2009

[WWW.LTU.SE](http://WWW.LTU.SE)

## **Förord**

På uppdrag av Luleå kommun, Tekniska förvaltningen, har Luleå tekniska universitet genom undertecknad på Avdelningen för tillämpad geologi gjort en utredning (MKB) för att beskriva förutsättningarna för och konsekvenserna av en inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar.

Under våren 2006 utarbetade Luleå tekniska universitet genom undertecknad en förstudie som skulle undersöka om inpumpning av vatten till innerfjärdarna kan vara ett bra alternativ för innerfjärdarna. Vid ett samråd mellan Luleå kommun (Michael Öhman) och Länsstyrelsen i juni 2006 framgår att en miljökonsekvensbedömning är nödvändig för ett pumpningsprojekt. Då fastslås, efter önskemål från Länsstyrelsen, att förstudien skall kompletteras och bearbetas till en MKB.

Förstudien har därefter utökats och bearbetats till föreliggande utredning. För att det skall bli en fullständig MKB - "Inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar" bör det här presenterade materialet kompletteras med resultat och erfarenheter från en provpumpning under en begränsad tid. En provpumpning är i nuläget inplanerad till sommaren 2009

För innehållet i denna rapport ansvarar författaren. Kapitel 10 Provpumpning och kontrollprogram har tillkommit i ett samspel mellan Tekniska förvaltningen och Länsstyrelsen Norrbottens län.

Luleå 2009-01-12

Peter Erixon



## Sammanfattning

Luleå tekniska universitet har av Luleå kommun, tekniska förvaltningen, fått i uppdrag att utreda effekterna av inpumpning av externt vatten till de uppdämda Luleå innerfjärdar. Fem olika alternativ jämförs inledningsvis varav två efter urval utgör huvudalternativen för den fortsatta miljökonsekvensbedömningen.

Som grund för jämförelsen och bedömningen vilar resultaten från tidigare utredningar om innerfjärdarnas hydrologiska, vattenkemiska och ekologiska status. Resultaten från utredningen kan sammanfattas:

Bedömningen görs att inpumpningens vattenståndshöjande effekt är den enskilt största faktor som påverkar vattenvegetationens utbredning i innerfjärdarna, genom att märkbart reducera denna. Den inverkan som valet av pump- och strömriktning har på växternas utbredning är förmodligen marginell,

Av de två huvudalternativ för inpumpning av vatten som jämförs måste en inpumpning från Skurholmsfjärden förordas före en inpumpning från Mulövik/Hagaviken på grund av följande orsaker/förhållanden:

- Läckaget i likskärsbanken försvårar en inpumpning över denna damm betydligt.
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer med den naturliga strömbild som nu råder i fjärdarna.
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer vattenkvalitetsmässigt bättre med det successionsstadiet (den naturliga utvecklingen) som fjärdarna befinner sig idag 2005.
- Vatten inpumpat från Skurholmsfjärden håller högre vattenkemisk kvalitet än vatten från Mulövik.
- Vid en inpumpning från Skurholmsfjärden kommer fler fjärdbassänger att nås av vattenkvalitetsförbättringar. Detta gäller även den icke dämnda Skurholmsfjärden

Trots att stor osäkerhet råder om läckagets storlek i främst likskärsbanken görs bedömningen att en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s kan vara tillräcklig för att under de flesta vädermässiga förhållanden fylla fjärdarna till bredden under perioden mitten av juni till slutet av september.

Energiåtgången för att pumpa 0,5 m<sup>3</sup>/s under 3,5 månader är ca 9000 kWh.

Dammkrönet vid lulsundskanalen måste höjas så att det ligger ca 10 cm över dammkrönet vid likskärsbanken.

Ett kontrollprogram för inpumpningens inledande skede (provpumpning) presenteras. Föreliggande rapport skall tillsammans med resultaten från en föreslagen provpumpning ingå i en slutlig och fullständig miljökonsekvensbeskrivning (MKB)



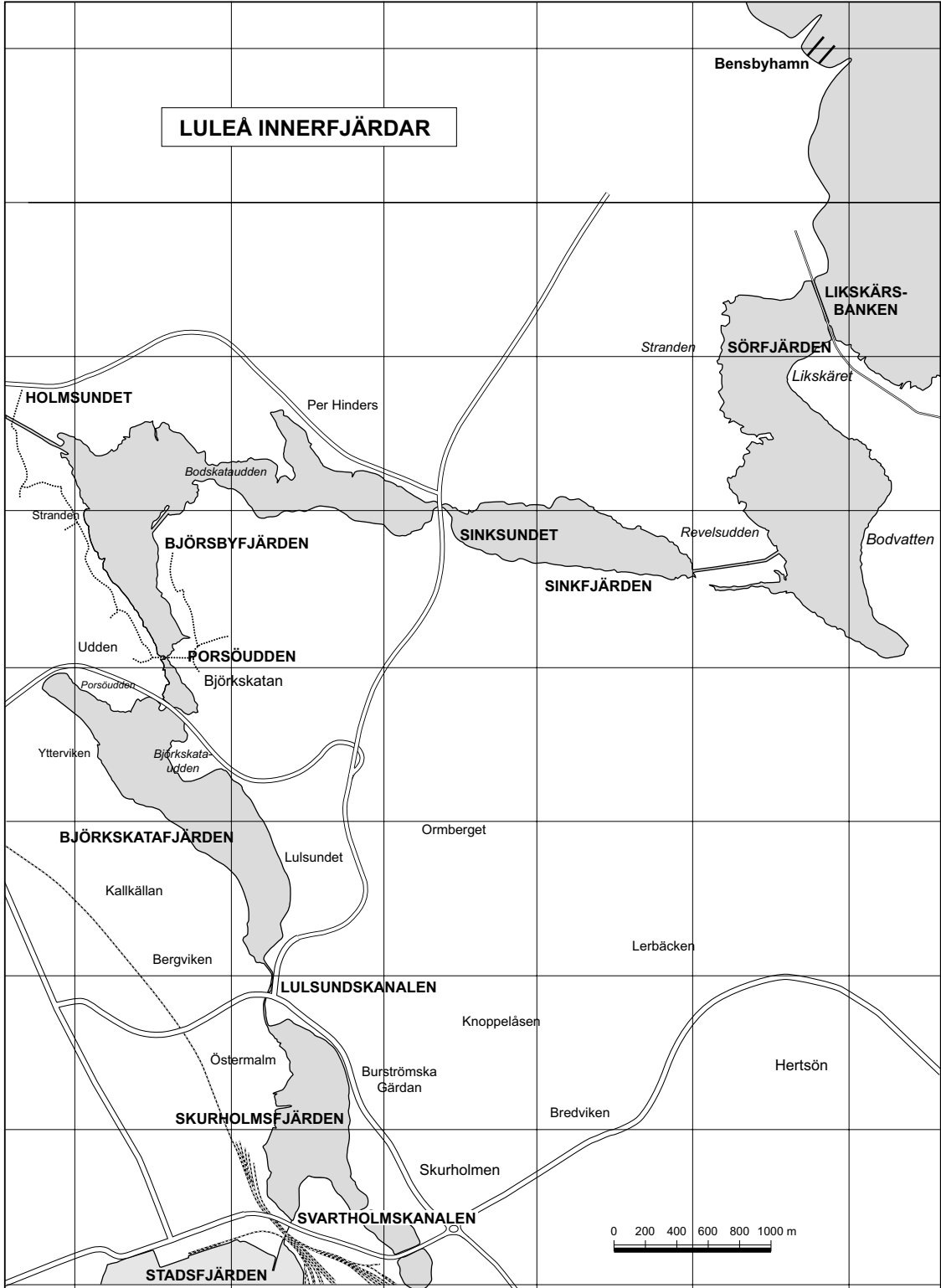


# Innehåll

1	Inledning	1
	1.1 Luleå innerfjärdar – områdesbeskrivning	1
	1.2 Luleå innerfjärdar – problembeskrivning	1
	1.3 Bakgrund till miljökonsekvensbedömningen	2
	1.4 Syften, förutsättningar och avgränsningar	3
2	Val av huvudalternativ	5
	2.1 Alternativ 1: Dämma Strapösunden	5
	2.2 Alternativ 2: Pumpning från Mulövikens	5
	2.3 Alternativ 3: Pumpning från Hagaviken	5
	2.4 Alternativ 4: Pumpning från Skurholmsfjärden	5
	2.5 Alternativ 5: Överledning till Gammelstadsviken	6
	2.6 Val av huvudalternativ	6
3	Metodik	7
4	Hydrologi	8
	4.1 Hydrologiska beräkningar	8
	4.2 Vattenbalansscenarier – resultat	11
	4.3 Mer om omsättning och utspädningseffekter	12
	4.4 Pumpkapaciteter och erosionsskador	12
	4.5 Pumpkapacitet och energiförbrukning	13
5	Vattenkvalitet och pumpriktning	14
	5.1 Det inpumpade vattnets kvalitet	14
	5.1.1 Vattenkvalitet vid inpumpning från Skurholmsfjärden	15
	5.1.2 Vattenkvalitet vid inpumpning från Mulövikens	15
	5.1.3 Vattenkvalitet - en jämförelse av alternativen	16
	5.2 Pumpriktningens inverkan på vattenkvaliteten i fjärdarnas olika delar	17
	5.3 Naturlig utveckling och brackvattenpåverkan	18
	5.3.1 Brackvattenpåverkan och inpumpning från Skurholmsfjärden	18
	5.3.2 Naturlig utveckling och inpumpning från Mulövikens	18
	5.3.3 Naturlig utveckling – en jämförelse mellan alternativen	19
6	Vegetation, igenväxning och pumpriktning	20
	6.1 Pumpriktningens inverkan på växternas spridning och etablering	20
	6.2 Pumpningens och vattenkvalitetens inverkan på växternas utbredning	20
	6.3 Vattenväxter i Luleå innerfjärdar	21
	6.4 Slutord – vattenväxter och pumpriktning	22
7	Andra aspekter	23
8	Diskussion – jämförelse mellan alternativen	24
	8.1 Jämförelse av inpumpning från Skurholmsfjärden och Mulövikens	24
	8.2 Alternativet: Pumpning av vatten från Hagaviken	24
9	Miljöeffekter för Skurholmsfjärden	26
	9.1 Påverkan på vattenstånd och båttrafik	26
	9.2 Påverkan på strömningsförhållanden och materialdrift	26
	9.3 Påverkan på vattenkvalitet	27
	9.4 Påverkan på vegetationsutbredningen	27
	9.5 Alternativens effekter på Skurholmsfjärden – sammanfattning	28
10	Provpumpning och kontrollprogram	29
11	Sammanfattning	35
	Referenser	36
	Bilagor	



**LULEÅ INNERFJÄRDAR**





## 1. Inledning

För grundläggande bakgrundsinformation om Luleå innerfjärdar och Luleå kommuns projekt hänvisas till Forskningsrapporterna ”Luleå innerfjärdar, rapport A: vattenkvalitet, bottenkvalitet, vegetation” (Erixon 1996) och ”Luleå innerfjärdar, rapport B: hydrologi” (Andreasson 1996), ”Vattenkvalitet i Luleå innerfjärdar 1990-2004” (Erixon 2004) samt ”Igenväxning och vegetationsutbredning i Luleå innerfjärdar 1995-2004” (Erixon 2005)

### 1.1 Luleå innerfjärdar – områdesbeskrivning

Med Luleå innerfjärdar menas i denna rapport från söder Skurholmsfjärden, Björkskatafjärden, Björbyfjärden, Sinkfjärden, Sörfjärden och Mulövikens som den nordligaste. Via mer eller mindre trånga sund är innerfjärdarna förbundna med havet från två håll, i söder med Stadsfjärden via Svartholmskanalen och i norr med Björköfjärden via de två Strapösunden. Det största inflödet till innerfjärdarna sker via Holmsundet som mynnar i Björbyfjärden. Avrinningsområdet för Holmsundet och västra Björbyfjärden är ca 8 800 ha stort (Andreasson 1996) och inkluderar Gammelstadsviken och ett område som sträcker sig ca 7 km nordväst Rutvik.

### 1.2 Luleå innerfjärdar – problembeskrivning

Här följer en kort sammanfattande bakgrund till varför Luleå kommun vidtog vattentekniska åtgärder i innerfjärdarna mellan åren 1992-1994. En betydligt fylligare bakgrundsbeskrivning finns i Luleå innerfjärdar, rapport A (Erixon 1996) och rapport B (Andreasson 1996)

*Vad var problemet med Luleå innerfjärdar?*

- De höll på att grundas upp och växa igen. Vattenspeglarna minskade och strandförskjutningen var betydande.
- Vattenkvaliteten försämrades. Vattnet blev näringsrikare och mer färgat.

*Vad var/är huvudorsakerna till dessa problem?*

- Landhöjning som ger strandförskjutning, lägre djup och avsnörningar mellan bassängerna
- Utsläpp av närsalter tillsammans med minskad kontakt med havet

*Vad var syftet med de vattentekniska åtgärderna som vidtogs 1992-94?*

- Bevara områdets vattenspeglar och sjökaraktär, hindra igenväxning
- Bevara en bra vattenkvalitet och möjligheter till bad
- Bevara möjligheterna till båtliv och kanotning
- Bevara möjligheter till fiske
- Bevara möjligheter till vinteraktiviteter, skid- och skridskoåkning

*Vad gjordes? Vilka vattentekniska åtgärder vidtogs?*

- Uppmuddring vid avsnörda partier som Revelsudden, Sinksundet, Bodskataudden och Porsöudden/Björkskatagrundet

- Uppdämning av systemet under maj-september ca 45 cm över normalvattenstånd i havet (- 40 cm i RAK 1900). Dammarna placerades vid Likskärsbanken mellan Sörfjärden och Mulöviken och vid Lulsundskanalens utlopp i Skurholmsfjärden

#### *Hur gick det? Vad har hänt?*

Har syftena med innerfjärdprojektet uppnåtts? För att klargöra effekterna av de vattentekniska åtgärderna som varit i bruk i 10 år och stärka underlaget inför kommande beslut om innerfjärdarnas framtid fick LTU (Erixon) i uppdrag att inleda en utredning 2003. Till idag (december 2005) har följande delutredningar genomförts där Tekniska förvaltningen på Luleå kommun är beställare:

- Fiskpassagelösning. Utredningen, att hitta den lämpligaste lösningen för innerfjärdarna, genomfördes som ett examensarbete (Sjöberg 2003). Vid dammen i lulsundskanalen har en "denilränna" prövats under säsongen 2004 och under säsongerna 2005-2006 har två denilrännor varit i drift vid båda överfallsdammarna.
- Uppföljning vattenkvalitet (Erixon 2004). Utredningen inleddes 2003 och var klar i december 2004.
- Uppföljning igenväxning/vegetationsutbredning (Erixon 2005). Utredningen inleddes 2004 med fältundersökningar och fotografering från mark och flyg. Utredningen var klar i november 2005.

Resultaten och slutsatser från ovanstående utredningar kan kortfattat summeras:

- Inga märkbara förändringar av vattenkvaliteten i fjärdarnas olika delar sedan 1990 kan uppmätas till följd av de vattentekniska åtgärder som vidtogs 1992-1994. Halter och värden ligger i stort sett kvar på samma nivåer (Erixon 2004).
- En mycket märkbar minskning av vattenvegetationens utbredning kan noteras sedan 1995 i de delar av fjärdarna som omfattas av uppdämningen. Vattenvegetationens utbredning har inte bara hejdats utan i många områden har vegetationen glesats ut eller försvunnit och då öppnat upp för större arealer fria vattenspeglar. Den främsta orsaken till vegetationens reduktion är med största sannolikhet ett större djup under vegetationssäsongen (Erixon 2005).

### **1.3 Bakgrund till föreliggande utredning**

Ett av syftena med innerfjärdprojektet var att bevara området vattenspeglar och sjökaraktär att hindra igenväxning. En uppföljande vegetationsundersökning (Erixon 2005) visar att 10 år efter det att de vattentekniska åtgärderna vidtogs har vattenvegetationens utbredning inte bara hejdats utan i många områden har vegetationen glesats ut eller försvunnit och då öppnat upp för större arealer fria vattenspeglar. Orsaken till att vattenvegetationen har reducerats är med största sannolikhet att fjärdarna efter uppdämningen har erhållit ett större djup under vegetationssäsongen. I utredningen konstateras också att om medelvattennivån i fjärdarna under vegetationssäsongen skulle kunna höjas ytterligare någon decimeter och därmed ligga närmare överfallsnivån skulle den vegetationsreducerande effekten bli ännu mer märkbar än vad den har varit under perioden 1995-2004.

Det har tidigare framkommit att havet har en vattenkvalitetshöjande roll för innerfjärdarnas vattenkvalitet (Erixon 1996). Vid höga vattenstånd i havet tränger havsvatten in i innerfjärdarna. Havsvatteninträningarna har en utspädande och ursköljande effekt som sänker närsaltshalterna i innerfjärdarna. Av denna anledning modifierades de ursprungliga planerna på en varaktig året runt uppdämning till att fjärdarna endast är uppdämda under maj-september ("modifierad etapp-1"). Havets naturligt ventilerande effekt kommer dock automatiskt att minska med tiden på grund av landhöjningen. Därför har det vid olika tillfällen framförts förslag om att mekaniskt pumpa in vatten av bra kvalitet i Luleå innerfjärdar.

De positiva effekter som kan förväntas med en inpumpning av vatten av bra vattenkvalitet är enligt tidigare undersökningar (Erixon 1996; 2004; 2005) främst:

- ett högre vattenstånd, vilket minskar vegetationens utbredning.
- en ökad vattenomsättning och därmed förbättrad vattenkvalitet vilket kan ha en reducerande effekt på vegetationens utbredning men även är önskvärt ur rekreativa synpunkter (bad, båtliv, estetiskt tilltalande vyer etc.)

#### 1.4 Syften, förutsättningar och avgränsningar

Föreliggande rapport "Inpumpning av vatten i Luleå innerfjärdar" har följande syften:

- Att identifiera vilka alternativa sätt som står till buds för att Luleå innerfjärdar skall kunna erhålla ett inflöde av externt vatten.
- Att för vidare miljökonsekvensbedömning välja ut två-tre alternativ som är mest realistiska ur teknisk, ekonomisk och miljömässig synpunkt.
- Att jämföra konsekvenserna av de kvarvarande alternativen främst med avseende på hydrologiska, vattenkemiska och vegetationsmässiga förhållanden i de olika fjärdbassängerna.
- Att fastställa om inpumpning av vatten kan vara en bra lösning för att uppnå de syften som finns med innerfjärdprojektet (delvis behandlat i tidigare undersökningar).
- Att föreslå lämpliga flöden (pumpkapaciteter) för inpumpning av vatten till innerfjärdarna för att erhålla önskade vattennivåer och genomströmning i det invallade systemet.
- Efter jämförelser och bedömningar av huvudalternativen med avseende på hydrologiska, vattenkemiska och vegetationsmässiga aspekter förorda ett av dessa.
- Föreslå ett lämpligt kontrollprogram under den inledande provpumpningstiden

Föreliggande rapport "Inpumpning av vatten i Luleå innerfjärdar" vilar på följande avgränsningar och förutsättningar:

- De tekniska aspekterna på pumpens /pumparnas fastsättande, energitillförsel och drift behandlas ej, liksom ej heller pumparnas tekniska specifikation.
- Endast alternativ utgående från dammarnas nuvarande läge behandlas, dvs ej alternativ där även Skurholmsfjärden är invallad och/eller där en damm placeras vid Sinksundet.
- De hydrologiska beräkningarna och jämförelserna bygger på tidigare undersökningar (bl a Andreasson 1996) och förutsätter att de hydrologiska förhållandena ej genomgått några större förändringar orsakade av klimat eller mänsklig verksamhet under den senaste 10-årsperioden. En utgångspunkt för utredningen har därför varit att läckaget vid lickskärsbanken ej är åtgärdat.

- Den vattenkvalitativa jämförelsen bygger på resultaten från tidigare vattenkemiska undersökningar (Erixon 1996, 2004) och förutsätter att inga nya vattenförorenande källor har tillkommit och att vattenkvaliteten därmed inte har genomgått några större förändringar.
- Denna undersökning behandlar ej hur ett kontrollprogram för den långsiktiga driften i fjärdarna skall se ut. Resultaten från kontrollprogrammet under propumpningsperioden tillsammans med andra erfarenheter utgör en viktig grund för att fastställa ett program som är anpassat och kostnadseffektivt för normal intrimmad drift.



## 2. Val av huvudalternativ

Under årens lopp har från olika håll förslag tagits fram för hur innerfjärdarna skall kunna få ett tillskott av vatten som kan säkra önskade vattennivåer och höja vattengenomströmningen i fjärdssystemet. Här följer först en grov översiktlig genomgång och bedömning av fem olika förslag. Därefter sker en jämförelse mellan dessa och ett val av två huvudalternativ för den fortsatta miljökonsekvensbeskrivningen.

### 2.1 Alternativ 1: Dämma Strapösunden – avleda Persöfjärdens vatten.

Redan på 1970-talet fanns det planer på att rädda Luleå innerfjärdar från landhöjningens effekter. Ett restaureringsförslag som framfördes i början av 80-talet (Persson 1984) innebar att vattenomsättningen skulle ökas genom att uppförda fördämningar i de båda Strapösunden skulle styra vattnet från Persöfjärdens avrinningsområde genom innerfjärdarna från norr till söder med utlopp i Stadsfjärden. Förslaget realiserades aldrig förmodligen på grund av kostnaderna skulle bli mycket höga för att bygga dammar i Strapösunden. Alternativet är knappast aktuellt idag. En mycket stor nackdel med en sådan lösning, förutom kostnaderna, är att Persöfjärdens vatten inte alls håller den goda kvalitet som är önskvärd ur innerfjärdarnas synpunkt. En annan minst lika stor nackdel är den begränsningen i båttrafiken i Granöfjärden och Brändöfjärden som företaget skulle innebära på grund av att tillgängligheten till havet skulle avskäras. De ekologiska/miljömässiga konsekvenserna av ett så stortskaligt projekt är svåröverblickbara men säkerligen betydande.

### 2.2 Alternativ 2: Pumpning av Mulövikens vatten över dammen vid likskärsbanken.

Ett alternativ som förefaller relativt okomplicerat är att pumpa in vatten från Mulövik till Sörfjärden via överfallsdammen vid likskärsbanken. Detta alternativ innebär att inga stora byggprojekt behöver vidtas och att kostnaderna därför kan hållas nere. Det kommer inte heller att negativt påverka bättnivå eller andra rekreativa aktiviteter mer än idag. Mulövikens svagt bräckta vatten har en förhållandevis god vattenkvalitet.

### 2.3 Alternativ 3: Pumpning av vatten från Hagaviken till Sörfjärden

Alternativet innebär att vatten från Hagaviken via en överledning pumpas in i Sörfjärden. Förslaget innebär att en ca 2-2,5 km lång rörledning måste byggas mellan Hagaviken och Sörfjärden. Detta pumpningsalternativ liknar ovanstående alternativ 2 genom att genomströmningen i innerfjärdarna i båda fallen kommer att gå från norr till söder. En skillnad och möjlig fördel med alternativ 3 gentemot alternativ 2 är den skillnad i vattenkvalitet som finns mellan Hagaviken och Mulövik. Vattnet i Hagaviken har rimligen något lägre halter av näringsämnen och samtidigt högre salinitet än Mulövikens. Nackdelar med alternativ 3 är de betydligt högre kostnader som följer med projekteringen av rörledningen. Här måste förmodligen en del markägarfrågor utredas.

### 2.4 Alternativ 4: Pumpning av Skurholmsfjärdens vatten över dammen vid lulsundskanalen.

I detta alternativ pumpas vatten in från Skurholmsfjärden till Björkskatafjärden via överfallsdammen vid lulsundskanalen. Förslaget förefaller liksom alternativ 2 att vara relativt okomplicerat och innebär inga stora byggprojekt. Skurholmsfjärdens vatten är av relativt god vattenkvalitet.

## 2.5 Alternativ 5: Överledning av vatten från Luleälv till Gammelstadsviken.

Förslaget innebär att en 2-4 km lång överledning från Luleälven till Gammelstadsviken byggs. Eftersom Gammelstadsviken via Holmsundet naturligt avvattnas genom innerfjärdssystemet skulle en genomströmning i fjärdssystemet åstadkommas. I detta fall skulle förmodligen ingen pumpning krävas eftersom intagspunkten skulle ligga ca 2-3 dm högre än Gammelstadsviken. Om det finns intresse att gå vidare med detta alternativ måste de reella höjdskillnaderna mellan intag (älven) och uttag (Gammelstadsviken) noggrant fastställas. De nackdelar som kan identifieras med detta alternativ är

- Gammelstadsviken är idag ett naturreservat och en av Sveriges mest välkända fågelsjöar med ca 200 observerade arter. Sedan 1974 är sjön enligt Ramsarkonventionen upptagen som ett CW-område och finns numera också upptagen på FN:s lista över skyddsvärda våtmarker. Den påverkan på Gammelstadsvikens ekologiska status som den förändrade vattenkvaliteten skulle medföra är svår att överblicka. Eftersom bra fågelsjöar med nödvändighet är förhållandevis näringsrika skulle en inpumpning av klart, näringsfattigt vatten från älven kunna innebära att lokalen tappar den attraktionskraft den har för fåglar idag.
- En annan trolig konsekvens av överledningsföretaget skulle kunna bli att älvvattnets goda kvalitet försämras på sin väg genom Gammelstadsviken och att inflödet via Holmsundet ej håller den vattenkvalitet som är önskvärd som utspädare i innerfjärdarna.
- De områden som kan komma att beröras av en överledning av vatten till Gammelstadsviken har idag mycket höga kulturhistoriska värden. Det finns en uppenbar risk att dessa värden kan minska. Det gäller främst världsarvet "Gammelstads kyrkstad" men även den gamla vattenleden genom innerfjärdarna genom Holmsundet upp till Gammelstadsviken.
- Arbete och kostnader med tillstånd och eventuell projektering av överledningen

## 2.6 Val av huvudalternativ

Alternativ 1, att dämna Strapösunden, måste idag anses som ett kostsamt och inte helt verklighetsförankrat projekt. Detta alternativ kommer fortsättningsvis inte att behandlas i denna rapport!

Alternativ 5, överledning från luleälven till Gammelstadsviken, kan idag på grund av de skäl som redovisats ovan ej betraktas som ett realistiskt förslag. Detta alternativ kommer fortsättningsvis inte att behandlas i denna rapport.

Av de återstående tre alternativen innebär två av dem (alt 2 och 3) att en vattenström går från norr till söder genom innerfjärdssystemet och att det inflödande vattnet har mer eller mindre brackvattenkaraktär. Alternativ 4 innebär att strömriktningen i systemet går från söder till norr där inflödande vatten har en limnisk (icke brackvattenpåverkad) karaktär. För den fortsatta miljökonsekvensbeskrivningen väljs alternativ 2 och 4 till huvudalternativ. Alternativ 3, som kan ses som ett specialfall av alternativ 2, kommer att behandlas i slutdiskussionen (se 8.2).

### 3. Metodik

I denna rapport ”Inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar” kommer två alternativ att ställas mot varandra. Alternativen jämförs förutom med varandra med en situation utan inpumpning (noll-alternativ). Alternativen är:

- inpumpning av vatten från Skurholmsfjärden/Stadsfjärden // ÄLVEN
- inpumpning av vatten från Mulövikens (Hagavikens) // HAVET

Som grund för jämförelsen vilar resultaten från tidigare utredningar om hydrologi (Andreasson 1996, Nilsson et al 1995, Sjöberg 2003) om vattenkvalitet och vegetation/igenväxning (Erixon 1996; 2004; 2005). De två alternativen bedöms utifrån följande aspekter/frågeställningar:

- Vad innebär alternativen ur hydrologisk synpunkt
- Vad innebär alternativen ur vattenkvalitetssynpunkt
- Vad innebär alternativen ur vegetations/igenväxningssynpunkt
- Hur kommer de olika delarna av fjärdarna att påverkas vid de två alternativen
- Även aspekter som påverkan på natur, fågelliv, fiskvandring, badplatser och rekreation och kanoting/båtliv beaktas.

## 4. Hydrologi

De fördelar som en inpumpning av vatten väntas få på Luleå innerfjärdars vattensystem är först och främst att vattennivån höjs och ligger nära eller i paritet med överfallsnivån under vegetationssäsongen (juni till slutet av september). Efter 1995 fram till idag (2005) har innerfjärdarna varje år varit uppdämda under ungefär denna period. Förmodligen har vattenståndet i innerfjärdarna endast under kortare perioder legat i nivå med överfallets 40 cm över normalvattenstånd i hav. De främsta orsakerna till att vattennivåerna inte har kunnat hållas vid de önskade är små nederbörds mängder, hög temperatur och därmed hög avdunstning, vattenförluster genom fiskpassager och genom oönskade läckage genom dammarna (Andreasson 1996; Erixon 2004). En mycket grov uppskattning är att medelvattennivån under uppdämningssäsongen genom dammarnas tillkomst genomsnittligt har höjts med ett par decimeter, dvs legat ca 20 cm under överfallsnivån.

De viktigaste hydrologiska frågorna som måste besvaras är:

Hur mycket vatten måste pumpas in för att regelmässigt hålla överfallsnivån under vegetationssäsongen? Vilken vattenomsättning erhåller fjärdarna i detta fall?

De hydrologiska beräkningar och uppskattningar som redovisas här är till huvuddelen baserade på tidigare insamlade och beräknade data (Andreasson 1996; Nilsson 1995; Hübinette 1998; Sjöberg 2003).

### 4.1 Hydrologiska beräkningar

Vattenvolymen i fjärdarnas olika delar (se fig 1) har beräknats från de areal- och medeldjupsskattningar som gjorts tidigare (Nilsson och Olshammar 1995, Andreasson 1996).

Fjärd	Area <sup>1</sup> (ha)	Medeldjup* (m)	Volym* m <sup>3</sup>	Volym** Fylld fjärd (m <sup>3</sup> )	Andel Tillrinning (%)
Björkskatafjärden	83	1.6	1.3 x 10 <sup>6</sup>	1.7 x 10 <sup>6</sup>	4.5
V. Bjørsbyfjärden	63	0.7	0.44 x 10 <sup>6</sup>	0.69 x 10 <sup>6</sup>	7.9
Ö. Bjørsbyfjärden	43	1.8	0.77 x 10 <sup>6</sup>	0.95 x 10 <sup>6</sup>	6.5
Sinkfjärden	49	1.6	0.51 x 10 <sup>6</sup>	0.98 x 10 <sup>6</sup>	2.7
Sörfjärden	143	0.5	0.72 x 10 <sup>6</sup>	1.2 x 10 <sup>6</sup>	7.3
Summa	381	-	3.8 x 10 <sup>6</sup>	5.5 x 10 <sup>6</sup>	100
Skurholmsfjärden	59	1.4	0,83 x 10 <sup>6</sup>	-	-

**Fig1:** Uppskattade hydrologiska grunddata för innerfjärdarnas invallade delar samt Skurholmsfjärden.

\* vid normalvattenstånd i hav 1995. \*\* vid breddningsnivå. Delvis från Andreasson 1996.

En till bredden fyllt uppdämt fjärdsystem ökar sin volym med 45 % jämfört med om vattennivån hade legat i paritet med normalvattenståndet i havet. Orsaken till att 40 cm nivåhöjning resulterar i denna stora procentuella vattenvolymökning är att innerfjärdsbassängerna är förhållandevis grunda. I denna beräkning av innerfjärdarnas volym har den ökning av arealen som uppstår vid en vattenståndshöjning på grund av förhållandevis flack strandprofil beaktats. Ett överslag visar att storleken på denna ”extra” volymökning kan vara ca  $0,02 \times 10^6 \text{ m}^3$  och att den därför kan försummas (se bilaga 4).

Vattenbalansen (vattenvolym, vattennivå) i de pumpförsedda innerfjärdarna styrs av följande förhållanden:

In 1: Tillflödet via Holmsundet. Holmsundet, som avvattnar ett ca 8 500 ha stort område, är innerfjärdarnas enda tillflödande vattendrag av betydelse.

In 2: Övriga tillflöden. Den mer eller mindre direkta avrinningen till de invallade fjärdsbassängerna, ett totalt avrinningsområde på ca 2 500 ha.

In 3: Den direkta nederbörden på innerfjärdarnas vattenytor.

In 4: Inflödet via pumpning.

Ut 1: Läckage vid överfallsdammarna

Ut 2: Förluster via fiskvägarna (denilrännor)

Ut 3: Avdunstning från innerfjärdarnas vattenytor

Ut 4: Eventuellt spillvatten över dammkrön

Storleken på många av dessa in- och utposter varierar mycket mellan år och/eller är svåra att säkert fastställa. Med vissa antagna förutsättningar kommer utfallet av vattenbalansen att åskådliggöras som åtta olika fall (se fig 2 och bilagor 1-2).

Inposterna 1-3, som fyller på innerfjärderna med vatten, varierar med nederbörden som uppvisar en stor naturlig variation inom och mellan år. Här kommer endast perioden juni-september, den tid som fjärdarna regelmässigt varit uppdämda, att beaktas. Det är främst under denna tid som det är viktigt att hålla ett högt vattenstånd i fjärdarna för att begränsa igenväxningen. En sammanställning av nederbörden i Luleå för sommarperioden juni-september (se bilaga 3) från 1950 fram till idag visar en medelnederbörd på 210 mm. Extremvärden för perioden är 115 mm och 371 mm. I den fortsatta behandlingen kommer vattenbalansen i fjärdarna beräknas för de två fallen ”torrsommar” och ”normalsommar” med avseende på nederbörden.

**In 1:** Under hela maj månad är inflödet från Holmsundet normalt så högt att det fyller upp innerfjärdarna till bredden. Andreasson (1996) visar att från början av juni till början av september är den normala trenden att flödet sjunker från nivåer på ca  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ner till nivåer på ca  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Under september ökar i regel flödet något på grund av ökad nederbörd. Ett beräknat minimalt flöde kan vara  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  (Bengtsson 1980). I de vattenbalansberäkningar som presenteras här (fig 2; bilagor 1-2) kommer inflödet från Holmsundet att beräknas på ett genomsnittligt flöde av  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  en torrsommar och  $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$  en normalsommar.

En osäkerhet finns om Holmsundets genomsnittliga flöde påverkas av golfbanan i Rutvik. Det skulle kunna vara så att bevattning av greener, speciellt under torra somrar, medför en mer eller mindre betydande flödesminskning i Holmsundet till innerfjärdarna. Detta är ej undersökt.

**In 2:** Tillflödet genom den direkta avrinningen från närliggande landområden har beräknats utgöra 30 % av tillflödet från Holmsundet. Beräkningen vilar på antagandet att avrinningen

står i direkt relation till avrinningsområdenas arealer. Det betyder att den övriga avrinningen till innerfjärdarna vid en torrsommar är  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  och vid en normalsommar  $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**In 3:** Beräknat på medelnederbördsmängden (210 mm) i Luleå under de fyra månaderna juni-september får innerfjärdarna ett vattenvolymtillskott på  $0,8 \times 10^6 \text{ m}^3$  en normalsommar och  $0,4 \times 10^6 \text{ m}^3$  en torrsommar. Detta motsvarar omvandlat till flöden ett genomsnittligt tillskott av  $0,08$  respektive  $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Ut 1:** Redan sommaren 1993 uppmärksammades att vägbanken vid Likskär, den norra dammen i systemet, läckte. 1994-95 gjordes en del förbättringsarbeten på banken för att tätas denna. Trots detta gjorde Nilsson och Olshammar (1995) en beräkning, grundad på flygelmätningar, att läckaget då (14 maj 1995) var  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vid detta tillfälle måste innerfjärdarna ha varit fyllda till bredden (överfallshöjd) på grund av ett stort vårflöde i Holmsundet på ca  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  under hela maj (från Andreasson 1996). Eftersom havsvattenståndet samtidigt var mycket lågt, ca 50 cm under normalvattenståndet, skapade den stora vattennivåskillnaden på nästan 1 meter mellan in och utsidan av vägbanken ett högt tryck och förutsättningar för ett större läckage än under mer normala förhållanden.

Indirekta mätningar (Andreasson 1996) genomförda samma dag visar att den totala vattenförlusten från innerfjärdarna skulle kunna vara den dubbla, dvs  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Förutom läckaget i vägbanken inkluderas även här läckage mellan sättorna i dammarna och förluster genom fiskpassagera.

Det totala läckagets storlek idag vid de båda dammarna är svåra att uppskatta. År 2003 var vattennivåerna mycket låga i innerfjärdarna beroende på en torr sommar men även ett större läckage vid Lulsundskanalens damm på grund av en dålig anpassning av sättorna mot botten (Erixon 2004). De betydligt högre vattennivåerna i fjärdarna under de två följande åren (2004-2005) berodde till en viss del på att läckaget vid sättarna minskat på grund av en bättre konstruktion och tätare anpassning till botten. Förmodligen har också de nya fiskpassagera, som kommit på plats, släppt igenom mindre mängder vatten än tidigare. Under den extremt torra och varma sommaren 2006 blev vattennivåerna återigen mycket låga i innerfjärdarna. Detta förhållande beror förmodligen inte på något läckage i dammarna utan på låga tillflöden (In 1 och In 2) samt hög avdunstning (Ut 3).

Det finns en osäkerhet om likskärsbankens funktion som damm har förändrats under de senaste åren. Det kan vara så att en viss självtätning av banken har skett genom att material har ackumulerats i vägkroppen. Det förefaller även rimligt att läckagets storlek ökar med vattenståndet på insidan av dammen. Detta betyder att läckaget genom dammen kan vara förhållandevis mycket större när vattennivån i fjärdarna ligger vid överfallsnivån än när den ligger ett par decimeter lägre.

Storleken på det totala oönskade läckaget genom sättare och dammkonstruktion har i de vattenbalansscenarier som presenteras satts till  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  ("litet läckage") och  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ("stort läckage").

**Ut 2:** En idealisk fiskpassage är den som släpper igenom minimalt med vatten och samtidigt inte utgör ett hinder för vandrande fisk. En sådan är inte helt lätt att finna. Den första tidens fiskpassage, som utgjordes av en kvadratisk öppning i sättarna, hade den stora nackdelen att fiskarna under högflödesperioder inte kunde passera igenom. Sedan två år tillbaka utgörs fiskpassagera vid de båda dammarna av en av Sjöberg (2003) förordad denilränna.

Denilrännan är en väl beprövad fiskpassagelösning som finns på över hundra olika platser i Sverige och Danmark (se Sjöberg 2003). Flödet genom en denilränna av nuvarande konstruktion beror på vattenståndet i fjärden och havet men bedöms här genomsnittligt ligga på ca 100 l/s. I de här presenterade vattenbalansscenarierna beräknas därför förlusterna via fiskpassagerna till 0,2 m<sup>3</sup>/s.

**Ut 3:** Avdunstningen från systemet är svår att mäta. Enligt Andreasson (1996) skulle avdunstningen för ett normalår för de fyra månaderna juni-september vara ca 330 mm. Den största andelen (ca 2/3) av avdunstningen, som givetvis är temperaturberoende, sker under juni och juli då ca 230 mm regelmässigt avdunstar. Trots avdunstningens temperaturberoende har i samtliga nedan redovisade vattenbalansfall avdunstningen givits värdet 330 mm, vilket genomsnittligt för 4-månadersperioden motsvarar en förlust på 0,12 m<sup>3</sup>/s.

**In 4:** Pumpning. Eftersom i stort alla parametrar som styr vattenbalansen är något osäkra och/eller varierande, är det svårt att i nuläget en gång för alla fastställa ett lämpligt flöde för inpumpningen. Detta måste antagligen provas fram. Andreasson (1996) föreslår ett flöde på 0,5 m<sup>3</sup>/s – 1,5 m<sup>3</sup>/s beroende på olika förutsättningar och på syftet med pumpningen. De scenarier som presenteras här visar resultatet av de valda pumpkapaciteterna 0,5 m<sup>3</sup>/s ("låg pumpkapacitet") och 1,0 m<sup>3</sup>/s ("hög pumpkapacitet")

Om vatten skall pumpas in i systemet över en av dammarna måste denna damm (med fiskpassage) anpassas med ett högre dammkrön så att flödet tvingas genom systemet och ej bräddar över vid samma damm som pumpen är belägen. Förmodligen är det tillräckligt med en höjdskillnad på 10 cm mellan dammkrönen för att erhålla den önskade genomströmningen.

Om det ovan beskrivna läckaget genom vägbanken vid Likskär kvarstår försvåras förmodligen en pumpning över denna bank betydligt. En större eller mindre del av det inpumpade vattnet kommer att direkt läcka ut genom banken och kommer därmed inte bidra till att höja vattennivån eller öka vattenomsättningen i hela fjärdssystemet.

Pumpkapacitet	Nederbörd under sommar	Läckage genom dammar	Bräddning över dammkrön m <sup>3</sup> / månad
Hög – 1,0 m <sup>3</sup> /s	Normal sommar	Litet – 0,5 m <sup>3</sup> /s	2,4 x 10 <sup>6</sup>
Hög – 1,0 m <sup>3</sup> /s	Normal sommar	Stort – 0,8 m <sup>3</sup> /s	1,6 x 10 <sup>6</sup>
Hög – 1,0 m <sup>3</sup> /s	Torr sommar	Litet – 0,5 m <sup>3</sup> /s	1,4 x 10 <sup>6</sup>
Hög – 1,0 m <sup>3</sup> /s	Torr sommar	Stort – 0,8 m <sup>3</sup> /s	0,62 x 10 <sup>6</sup>
Låg- 0,5 m <sup>3</sup> /s	Normal sommar	Litet – 0,5 m <sup>3</sup> /s	1,1 x 10 <sup>6</sup>
Låg- 0,5 m <sup>3</sup> /s	Normal sommar	Stort – 0,8 m <sup>3</sup> /s	0,30 x 10 <sup>6</sup>
Låg- 0,5 m <sup>3</sup> /s	Torr sommar	Litet – 0,5 m <sup>3</sup> /s	0,12 x 10 <sup>6</sup>
Låg- 0,5 m <sup>3</sup> /s	Torr sommar	Stort – 0,8 m <sup>3</sup> /s	Förlust – 0,65 x 10 <sup>6</sup>

**Fig 2:** Vattenbalansscenarier. Se texten!

## 4.2 Vattenbalansscenarier – resultat

Avsikten med vattenbalansscenarierna är att se hur de två pumpalternativen (1,0 m<sup>3</sup>/s och 0,5 m<sup>3</sup>/s) faller ut vid två olika nederbörnsalternativ (torr och normal sommar) och två

läckagealternativ (0,8 m<sup>3</sup>/s och 0,5 m<sup>3</sup>/s). Detta leder till åtta olika fall (scenarier) som presenteras i bilagorna 1-2 och i sammanfattande form i figur 2.

Utfallet av de olika scenarierna avläses lättast som hur mycket vatten som kommer att bräddas över den icke pumpförsedda dammen. Om pumpkapaciteten 1,0 m<sup>3</sup>/s väljs kommer dämningnivån lätt att kunna hållas. Även om läckaget skulle vara stort och sommaren vara torr skulle ändå ca 0,62 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> bräddas över under en månad. Vid en normalsommar och litet läckage skulle hela 2,3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> bräddas över.

Om pumpkapaciteten 0,5 m<sup>3</sup>/s istället väljs skulle dämningnivån kunna hållas i tre av fallen och vid två av dessa endast med en minimal bräddning men vid normal sommar och litet läckage skulle bräddningen bli 1,1 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Om det blir en torr sommar och läckaget är stort räcker tillflödande vatten inte till utan innerfjärdarna tappar 0,7 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> per månad. Rent teoretiskt skulle detta för hela perioden juni-september motsvara innerfjärdarnas halva volym.

### 4.3 Mer om omsättning och utspädnings effekter

För den naturliga omsättningen av innerfjärdarna under uppdamningsperioden (juni-september) svarar främst tillflödet från Holmsundet. Under denna period kan havsvatten vid höga vattenstånd (över + 40 cm) tränga in i innerfjärdarna men sådana episoder är relativt sällsynta och kortvariga och vilket leder till att det vid dessa tillfällen i regel endast är de yttre delarna av systemet där en märkbar inblandningen av externt vatten kan äga rum.

Vid en ”torr sommar” skulle flödet från Holmsundet på en månad byta ut ca 12 % av hela systemets vattenvolym. Samma procenttal för en ”normalsommar” skulle bli 24%. Under hela uppdamningsperioden (juni-sept) vid en ”torr sommar” skulle halva vattenvolymer i systemet ha bytts ut med vatten från Holmsundet och under ”normal sommar” skulle hela vattenvolymer ha bytts ut.

Hur kommer inpumpning av vatten att påverka genomströmning och vattenomsättning i innerfjärdssystemet? Genomströmningens riktning bestäms givetvis av pumpens läge i systemet och omsättningstiden av pumpkapaciteten. Vid en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s (”liten”) skulle hela det fyllda fjärdsystemets vattenvolym på en månad ha bytts ut till ca 24 % av nytt inpumpat vatten och vid pumpkapaciteten 1,0 m<sup>3</sup>/s (”stor”) skulle ca hälften av volymer bytts ut. För hela periodens fyra månader skulle vid ”liten” och ”stor” pumpning vattenvolymer i stort ha bytts ut en respektive två gånger.

### 4.4 Pumpkapacitet och erosionsskador

Förutom att valet av pumpkapacitet påverkar vattennivån, omsättningstider (se 4.2) och vattenkvaliteten (se kap 4) får den även en del andra konsekvenser som bör beaktas.

En högre pumpkapacitet leder till högre flöden vilket skulle kunna öka risken för erosion och materialtransport i vissa delar av fjärdssystemet.

Stor osäkerhet råder om hur bra likskärsvägbanken idag fungerar som dammkonstruktion. Det kan vara så, vilket tidigare berörts, att en viss självtätning av denna har ägt rum. Samtidigt kan det vara så att höga pumpkapaciteter och flöden kan medföra att erosionen i banken ökar vilket



minskar den vattenkvarhållande förmågan. Andreasson (1996) anser att vägbankens förmåga att kontinuerligt tåla ett större läckage, om pumpkapaciteter på 1,5 m<sup>3</sup>/s blir aktuella, bör beaktas.

En annan del av innerfjärdssystemet som skulle kunna påverkas negativt av ett ökat flöde är Lulsundskanalen. Här skulle en ökad erosion kunna försvaga stensättningen längs kanalen. En grov beräkning visar att de flöden som en inpumpning på 0,5 – 1,0 m/s kan åstadkomma är åtminstone i storleksordningen 10 gånger mindre än de flöden kanalen utsätts för i samband med stigande vattenstånd i havet. Då kan vattennivån inne i fjärdarna stiga 50 cm på mindre än ett dygn vilket motsvarar ett inflöde genom kanalen på ca 10 m<sup>3</sup>/s. Därför är förmodligen risken för erosionskador i kanalen orsakade av inpumpning mycket liten.

#### 4.5 Pumpkapacitet och energiförbrukning

I genomsnitt är nivåskillnaden mellan innerfjärd och hav för närvarande ca 0,5 meter. För att kontinuerligt lyfta 0,5 m<sup>3</sup>/s denna höjd krävs det en pumpeffekt på ca 3,5 kW, förutsatt att pumpem har en verkningsgrad på 70%. (ur Andreasson 1996, Sjöberg 2003). Energiförbrukningen för en månads kontinuerlig pumpning blir då 2500 kWh. I innerfjärdarnas fall kan det vara aktuellt att pumpa från början av juni till mitten av september, vilket skulle ge en energiförbrukning på mindre än 9000kWh. I figur 3 finns en sammanställning av energiåtgången för de två pumpalternativen.

	Pumpkapacitet 0,5 m <sup>3</sup> /s	Pumpkapacitet 1,0 m <sup>3</sup> /s
Pumpeffekt (kW)	3,5	7,0
Energi 1 mån (kWh)	2 500	5 000
Energi 3,5 mån (kWh)	8 750	17 500

*Fig 3. Effekter och energiåtgång för de två pumpalternativen*

## 5. Vattenkvalitet och pumpriktning

Vattenkvaliteten i Luleå innerfjärdar är väl undersökt (Erixon 1996, Erixon 2004). Innerfjärdarnas vatten måste betecknas som förhållandevis näringsrikt med relativt höga värden på totalfosfor, färgtal och COD. De högsta värdena uppträder i de centrala delarna närmast Holmsundet. Buffertkapaciteten är i normala fall mycket bra.

Undersökningar (Erixon 2004) visar dock att de parametrar som mäter vattenkvaliteten i Luleå innerfjärdar kan variera mycket mellan olika år. Det har konstaterats (Erixon 2004 samt opubl.) att denna variation till en ansevärd del beror på mer eller mindre närvaro av klimatstyrda sulfidoxidationer. Det är rimligt att antaga att Luleå innerfjärdar sedan lång tid tillbaka har utsatts för sulfidoxidationer av olika styrka med allt från år med kraftiga episoder till år med inga alls. Under perioden 1990 – 2005 har innerfjärdssystemet haft åtminstone tre tydliga episoder av kraftig sulfidoxidationspåverkan. Dessa tre episoder, 1990-91, 1996 och 2003-2005 har alla förgåtts av kraftigt sänkta grundvattennivåer på grund av låga nederbördsmängder. Vid dessa tillfällen har innerfjärdarnas i normala fall välbuffrade, näringsrika och färgade vatten istället blivit surt, näringsfattigt och klart. Orsaken till den förändrade vattenkemin är att det i avrinningsområdet ligger sulfidleror som på grund av låga grundvattennivåer oxiderar och då bildar svavelsyra och mobiliserar metalljoner som i sin tur när de når vattensystemet bidrar till upplärningseffekterna.

Vid de fem år som sulfidoxidationsepisoder har registrerats är det främst under sommarens första hälft som utklärningseffekterna har varit störst. Under den senare delen av sommaren har vattnet uppnått sin mer normala näringsrikare kvalitet. Det innebär att under den studerade perioden 1995-2005 har vattnet i innerfjärdarna enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (2000) vanligtvis varit:

- Näringsrikt. ”Mycket höga halter av fosfor”
- Rikt på organiskt material. ”Mycket hög halt av syretärade ämnen”
- Dåliga ljusförhållanden ”Starkt färgat vatten”

En inpumpning av vatten till innerfjärdarna kommer förutom den vattennivåhöjande effekten att påverka vattenkvaliteten i fjärdarnas olika delar. De förhållanden och åtgärder som kommer att påverka vattenkvaliteten är främst:

- Det inpumpade vattnets kvalitet
- Pumpriktning
- Pumpkapaciteten

### 5.1 Det inpumpade vattnets kvalitet

En förutsättning för att en inpumpning av vatten skall medföra en förbättrad vattenkvalitet i de uppdämda fjärdarna är att det inpumpade vattnet är betydligt renare än det interna och från Holmsundet tillförda vattnet. Det önskvärda är att det inpumpade vattnet har följande vattenkvalitativa egenskaper:

- Låga halter eutrofierande ämnen (tot-P och tot-N)
- Låga halter syretärande ämnen (COD)

- Klart vatten – bra ljusklimat. (lågt färgtal)
- Neutralt pH (ca 7) och bra buffertkapacitet (hög alkalinitet)
- Låga metallhalter eller andra toxiska ämnen

De två huvudalternativen för pumparnas placering är antingen vid lulsundskanalens eller vid likskärsbankens damm. I det förra fallet kommer vatten från Skurholmsfjärden att pumpas in i de uppdämda fjärdarna och i det andra kommer Mulövikens vatten att pumpas in. Dessa båda vatten har jämförts med vattnet i nuvarande uppdämda fjärdar en betydligt bättre kvalitet men skiljer sig även åt en del. Fig. 4 visar de vattenkvaliteter som är aktuella och intressanta vid en jämförelse av de båda pumpalternativen.

### 5.1.1 Vattenkvalitet vid inpumpning från Skurholmsfjärden

Skurholmsfjärdens vatten präglas av närheten till Luleå stadsfjärd. Vid stigande och höga vattenstånd i havet strömmar stadsfjärdens ytliga vatten in i Skurholmsfjärden via svartholmskanalen. Det inströmmade vattnet har endast en havsinblandning på 2-10% och utgörs i huvudsak av Luleåälvens vatten (Erixon 1996). När inpumpningen från Skurholmsfjärden startar kommer givetvis det inpumpade vattnet att ha den kvalitet som då finns i fjärden. I början av juni då pumpningen förmodligen startar är Skurholmsfjärden fylld av ett relativt färgat och näringsrikt vatten med en stor del av sitt ursprung från främst Holmsundets avrinningsområde. Med en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s kommer Skurholmsfjärdens vattenvolym (0,83 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> vid normalvattenstånd hav) att ha pumpats över efter ca 20 dygn. Efter detta är det rimligt att antaga att det inpumpade vattnet har en kvalitet som nära motsvarar "Svartholmskanalen In" (enligt fig 4).

	Luleå älv	Svartholmskanalen in *	Skurholmsfjärden **	Holmsundet	Sörfjärden **	Mulövikens In *	Hav
Tot-P µg/l	7-11	4-8	28	15-50	15-40	10-30	3-7
Tot-N µg/l	Ca 200	200-300	398	700-1200	300-600	300-500	250-350
COD mg/l	1 – 3	1 – 3	6,0	10-40	5-12	3-12	
Färgtal mg Pt / l	Ca 20	Ca 20	62	100-500	30-100	30-60	10-20
pH	6,8 – 7,0	6,8-7,2	7,0	6-7,5	6,5-7,5	7-7,5	
Alkalinitet mg/l	8-11		13,4	10-40	10-30	12-25	
Konduktivitet mS/m	3,6-5,4	10-20	20	30-50	200-400	200-400	450

**Figur 4.** En jämförelse av vattenkvaliteten i olika delar av innerfjärdarna.

\* Inflödande vatten vid höga vattenstånd, uppmätt 1994-1995 (Erixon, 1996)

\*\* Uppmätta värden under 1990-2005

### 5.1.2 Vattenkvalitet vid inpumpning från Mulövikens

Kvaliteten på det vatten som kommer att pumpas in från Mulövikens är inte lika väldefinierat som Stadsfjärdens/Skurholmsfjärdens utan uppvisar en betydligt större variation inom och mellan år. Orsaken till det är att Mulövikens genom sin öppna förbindelse med Granöfjärden

och Brändöfjärden tillhör en stor vattenkropp med en volym som är ca 4 gånger större än de uppdämda fjärdarnas. Vattenkvaliteten bestäms förutom av innerfjärdarnas avrinningsområde av Altersundets hela avrinningsområde (402 km<sup>2</sup>) som mynnar här via bl a Persöfjärden, samt att Brändöfjärden via Strapösunden står i kontakt havet. Beroende på årstid, klimat och väder blandas alltså här havsvatten och inlandsvatten i olika proportioner. Med en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s skulle det ta ca 15 månader innan hela vattenvolymen (Granöfjärdens och Brändöfjärdens) har omsatts. Därför kommer inte själva inpumpningen över Likskärsbanken att märkbart förändra kvaliteten på det inpumpade vattnet över tiden (jämför skuhomsfjärdsalternativet). Av fig. 4 framgår inom vilka gränser det över Likskärsbanken pumpade vattnet mest sannolikt kommer att ligga (se ”Mulövikens In”).

### 5.1.3 Vattenkvalitet – en jämförelse av alternativen

En bedömning och värdering av vattenkvaliteten för de två pumpalternativen finns sammanställd i figur 5. Vattnet från Skurholmsfjärden är renare och mindre näringsrikt än Mulövikens, som i sin tur har en något högre buffertkapacitet (pH, alkalinitet) än Skurholmsfjärden. Det näringsfattigare vattnet från Skurholmsfjärden har därmed jämfört med Mulövikens något större möjligheter att verka utspädande och därmed ge bättre förutsättningar för följande förhållanden i innerfjärdarna:

- Ett klarare och estetiskt mer tilltalande vatten
- Mindre risk för algbloomingar
- Större dämpande effekt på vattenvegetationens utbredning

Mulövikens vatten, som är näringsrikare, har dock en något högre buffertkapacitet än Skurholmsfjärdens. Det betyder att Mulövattnet har en större förmåga att neutralisera surhet och därmed att undgå pH-sänkningar än vad Skurholmsvattnet har. Den främsta orsaken till pH-sänkningar i innerfjärdarna är förmodligen en mer eller mindre närvaro av klimatstyrda sulfidoxidationer (se inledning kap 4). Vid sulfidoxidationsepisoder skulle den något högre buffertkapaciteten kunna vara en fördel genom att inte ge en lika stor pH-sänkning.

Parameter	önkvärt	Vatten från Skurholmsfjärden	Vatten från Mulövikens
Tot-P	Låg halt	+++	+
Tot-N	Låg halt	++	+
COD	Låg halt	++	+
Färgtal	Lågt tal	+++	+
pH	Netralt (pH 7-7,5)	++	+++
alkalinitet	hög	++	+++
brackvattenpåverkan	?	obetydligt	tydligt

Fig 5. Bedömning av vattenkvaliteten på inpumpat vatten för de två alternativen. + = bra; ++ = bättre; +++ = bäst

## 5.2 Pumpriktningens inverkan på vattenkvaliteten i fjärdarnas olika delar

Var pumparna placeras har betydelse för hur vattenkvaliteten blir i de olika fjärdbassängerna. En sammanfattning av vattenkvalitetsförändringarna i fjärdarnas olika delar relativt nuvarande situation vid de två pumpriktningensalternativen finns i figur 6.

### Pumpning från Skurholmsfjärden

Vid en pumpning från Skurholmsfjärden kommer hela södra delen av innerfjärdssystemet att få en bättre vattenkvalitet än för närvarande. Även Skurholmsfjärden får ett renare vatten på grund av att det utpumpade vattnet ersätts av vatten från Stadsfjärden (se kap. 9). Efter 2 månaders pumpning har teoretiskt hela vattenmassan i Björkskata- och västra Björsbyfjärden bytts ut och tillsammans med tillflödet från Holmsundet, som det verkar svagt spädande på, trängt vidare mot Likskär.

Vilken förändring av vattenkvaliteten som inpumpning från Skurholmsfjärden kommer att få på de från Holmsundet norrut liggande delarna är inte lika lätt att bedömma. Vid en ”normalsommar” och ett flöde på 0,5 m<sup>3</sup>/s från Holmsundet skulle ca 4/5 av flödet söka sin väg ut genom den norra delen via Sörfjärden och likskärsbanken (Andreasson 1996). Med en pumpning från Skurholmsfjärden kommer hela Holmsundets flöde styras norrut och dess näringsrika vatten kommer att spädas ut med det klara och näringsfattiga vattnet söderifrån. Vid en inpumpning på 0,5 m<sup>3</sup>/s kommer de båda vattenkvaliteterna att blandas i ett 1:1 förhållande. Detta skulle förmodligen innebära att åtminstone östra Björsbyfjärden och Sinksunds-fjärden erhåller en bättre vattenkvalitet och förmodligen även Sörfjärden relativt ingen pumpning alls.

### Pumpning från Likskär

Vilka vattenkvalitetsförändringar en pumpning från Likskär kommer att få i fjärdarnas olika delar är mycket svårbedömt på grund av följande orsaker:

- Mulövikens vattenkvalitet kan variera. När inpumpningen sätter igång i början av juni har Mulövikens vatten sitt ursprung från främst innerfjärdarna och Altersundets avrinningsområde, vilket innebär att det är förhållandevis näringsrikt.
- Eftersom flödet från Holmsundet utan pumpning lättare söker den norra vägen mot Likskär (4/5 av flödet) kan det vara svårare att bromsa upp och vända på detta naturliga flöde.
- Hur stor andel av vattnet som kommer att tryckas upp mot Holmsundet och söka sin väg den södra leden är osäkert även på grund av det till storleken okända läckaget i Likskärsbanken kommer att medföra att viss del av vattnet kommer att gå direkt tillbaka till Mulöviken.

Trots de osäkra och svårbedömda förhållanden som berörts ovan görs här den bedömningen att en pumpning över banken leder till att vattnet i Sörfjärden, Sinkfjärden och Östra Björsbyfjärden erhåller en något bättre kvalitet än för närvarande. Däremot kommer de södra delarna av fjärdarna att erhålla en likvärdig eller försämrade vattenkvalitet jämfört med dagens situation. Orsaken till försämringen i de södra delarna är hela Holmsundets hela flöde kommer att styras över till dessa delar av fjärdssystemet. Observera att även den utanför uppdamningen liggande Skurholmsfjärden kommer med likskärsalternativet att erhålla en sämre vattenkvalitet mot idag.

Pumpning från	Skurh. fjärden	Björksk. fjärden	V Björnsby fjärden	Ö Björnsby fjärden	Sink fjärden	Sör fjärden	Mulö viken
Skurholms fjärden	+	+	+	+	(+)	O	O
Mulö viken	-	-	O	(+)	+	+	O

**Figur 6.** Vattenkvalitetsförändringar i fjärdarnas delar relativt nuvarande situation.  
+ = förbättring; (+) = eventuell förbättring; - = försämring; o = oförändrat

### 5.3 Naturlig utveckling och brackvattenpåverkan

Ytterligare en skillnad i vattenkvalitet mellan de båda pumpalternativen är saliniteten, graden av brackvattenpåverkan. Mulövikens inpumpade vatten, till skillnad från Skurholmsfjärdens, kommer på grund av närheten till havsvatten att ha en högre salthalt och ger därför de uppdämda fjärdarna en brackvattenpåverkan. Detta skulle kunna ha en effekt på olika ekologiska förhållanden som sammansättning och utbredning av olika arter. Eventuell påverkan på vegetationen behandlas senare i kap 6.

Om innerfjärdsprojektets vattentekniska åtgärder ej hade vidtagits hade Luleå innerfjärdar utvecklats naturligt och landhöjningen hade medfört att kustlinjen hade flyttats längre ut och vattensystemen hade avtappats på vatten. Naturliga avsnörningar hade bildats mellan fjärdbassängerna och de uppkomna grunda sjöarna hade på sikt tappat kontakten med varandra och med havet. Rena limniska (= ingen brackvattenpåverkan) vattenmiljöer hade bildats. Innerfjärdsprojektet innebär att flera mindre naturliga avsnörningar muddrades upp och ersattes av två konstgjorda avsnörningar längre ut.

#### 5.3.1 Naturlig utveckling och inpumpning från Skurholmsfjärden

En inpumpning av Skurholmsfjärdens ”älvvatten” via lulsundskanalen påskyndar i vattenkemiskt avseende det invallade innerfjärdssystemets avsnörning från havet och övergången till en insjö. Från lulsundskanalen upp till Holmsundet innebär pumpningen jämfört med nuvarande situation inga förändringar i salinitet, dvs vattnet kommer att vara lika befriat från brackvattenpåverkan som tidigare. Den enda del av innerfjärdarna där pumpningen kommer att medföra en lägre salinitet (minskad brackvattenpåverkan) är i de norra delarna och då främst i Sörfjärden. Under den period som fjärdarna har varit uppdämda (slutet maj-slutet september) har bräckt vatten, vid havsvattenstånd över överfallsnivån (+ 45), strömmat in i Sörfjärden och blivit kvar där en viss tid. Eftersom inpumpningen från Skurholmsfjärden både medför en starkare utåtgående vattenström och en högre vattennivå än tidigare i Sörfjärden kommer havets brackvattenpåverkan att minska här.

#### 5.3.2 Naturlig utveckling och inpumpning från Mulövikens

En inpumpning av vatten från Likskärsbanken innebär att kontakten med havet tidsmässigt kommer att förlängas med avseende på vattenkemin. Framför allt de norra delarna kommer att erhålla en tydlig brackvattenpåverkan. Drygt 2 månader efter igångsatt pumpning skulle en

pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s teoretiskt bytt ut det ursprungliga vattnet från Sörfjärden upp till Holmsundet med ”mulöviksvatten”. Denna beräkning förutsätter att Holmsundets vattenflöden inte är så höga att en del av flödet kommer att passera mot pumpriktningen över Likskärsbanken. Efter ytterligare ca 45 dagar har det invallade systemets vattenvolym bytts ut helt. Det betyder att Björnsbyfjärden som endast vid enstaka tillfällen (Erixon 1996) har haft en svag brackvattenpåverkan kommer att få en tydligare påverkan under längre tider. Förändringen kommer även att märkas i Björkskatafjärden, som åtminstone under de senaste 100 åren förmodligen aldrig har fyllts av bräckt vatten (Svenonius 1925, Erixon 1996).

Sörfjärden är den fjärd där dammarnas tillkomst innebar den största förändringen i brackvattenpåverkan. Under sommarhalvåret är det endast vid högvattensituationer i havet (över +45) som Mulövikens vatten strömmar in över dammkrönet till Sörfjärden. Eftersom sådana högvattensituationer är relativt ovanliga under sommaren har andelen brackvatten minskat i Sörfjärden sedan dammens tillkomst (Andreasson 1996). Detta innebär att en inpumpning av vatten från Mulöviken skulle medföra att fjärden åter får tillbaka brackvatten och nu förmodligen i högre halter än vad som gällde innan dammarnas tillkomst.

### **5.3.3 Naturlig utveckling – en jämförelse av de två alternativen**

Med avseende på brackvattenpåverkan och kontakten med havet skulle Likskärsalternativet inte innebära ett upprätthållande av den nuvarande situationen (2006) utan faktiskt ett försök att få tillbaka en situation som rådde för minst några decennier sedan. Skurholmsalternativet överensstämmer mer med den situation som fjärdarna befinner sig idag och den brackvattenpåverkan som den naturliga utvecklingen hade försett våra innerfjärdar med utan innerfjärdprojektet.

## 6. Vegetation, igenväxning och pumpriktning

Syftet med inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar är främst att höja vattenståndet vilket försvårar för vattenväxter att överleva och breda ut sig. Den vattenståndshöjning på ett par decimeter som uppdamningen i innerfjärdprojektets regi skapade 1995 har också tydligt reducerat vegetationen fram till 2004 (Erixon 2005). En inpumpning av vatten kan dock ändra förutsättningarna för olika arters utbredning. Pumpriktningensalternativen, från söder eller norr, kan ge olika konsekvenser för vegetationens utbredning och sammansättning. Anledningen till det är främst att de två pumpriktningensalternativen medför följande:

- olika spridningsmöjligheter för växterna.
- olika vattenkvalitet som påverkar växternas utbredning och täthet.

### 6.1 Pumpriktningens inverkan på vattenväxternas spridning och etablering

Eftersom många vattenväxters frön är anpassade för att spridas i och med vatten skulle den strömriktning som pumpningen skapar kunna ge förbättrade spridningsmöjligheter i strömriktningen och försämrade i motsatt riktning.

För att en växt skall kunna etablera sig och börja växa på en ny plats krävs att miljöbetingelserna är de rätta för växten. Här skiljer sig olika arter åt. Exempel på miljöbetingelser som kan vara mer eller mindre optimala för en viss vattenväxt är lämplig/lämpligt: djup, exponeringsgrad för vågor, bottenstruktur, grad av vattenståndsfluktuationer, konkurrenstryck från andra arter och vattenkvalitet (näring, ljusförhållanden, salinitet etc). I ett komplicerat och många gånger svårstuderat samspel mellan faktorer som ovanstående och dessutom slumpmässiga förhållanden formar sig vattenväxternas fördelning och täthet i våra vattensystem.

Att en viss art finns på en viss plats beror förmodligen främst på att en för arten gynnsam kombination av omvärldsbetingelser karakteriserar denna plats. Problemet för växter är antagligen inte att sprida sig till olika platser (för de gör de på ett eller annat sätt) utan begränsningen är tillgången till platser/områden som stämmer överens med deras ekologiska nischer, att hitta miljöer som de är anpassade till.

En historisk tillbakablick på växternas utbredning i Luleå innerfjärdar (se Erixon 1996) visar att de grovt har följt en succession skapad av landhöjningen. Exempelvis påminner dagens vegetation i Björsbyfjärden mycket om vegetationen i Gammelstadviken för 80 år sedan. Den typ av vegetation som Björsbyfjärden hade på 1920-talet kan idag hittas längre ut i fjärdssystemet (Mulövikens, Skurholmsfjärden). En sådan växtsuccession är väntad och beror på att arter växer i "sin miljö". När denna optimala miljö flyttar sig utåt på grund av landhöjningen följer växterna med.

### 6.2 Pumpningens och vattenkvalitetens inverkan på vattenväxternas utbredning

Tidigare (kap 4) har visats att en inpumpning av externt vatten kommer att leda till att innerfjärdarnas vattenkvalitet kommer att bli något bättre. Det finns anledning att tro att detta i



sin tur leder till en påverkan på vattenvegetationens utbredning. Det är främst två vattenkemiska faktorer som påverkar växterna:

- vattnets innehåll av närsalter (fosfor och kväve)
- vattnets klarhet mätt som ex färgtal

Om närsaltshalterna minskar, på grund av inpumpningens utspädningseffekter, leder detta oftast till en reducerad tillväxthastighet och frodighet av besvärande vattenvegetation som vass, säv vattenpest, hornsärv med flera.

Inpumpningens utspädningseffekt leder också till att vattnet kommer att kunna bli lite klarare (bl a får ett lägre färgtal). Detta medför gynnsammare livsvillkor för undervattensväxter (Isoetider och Elodeider) genom att det livsuppehållande ljuset når djupare ner i vattnet.

### 6.3 Vattenväxter i Luleå innerfjärdar

Med vattenväxter menas här växter där alla delar av växten är nedsänkt i vatten (ålnate, näckros) eller att åtminstone dess nedre del står nedsänkt i vatten (vass, säv). I Luleå innerfjärdar finns med denna definition ca 40 arter vattenväxter. Det stora flertalet av ovanstående vattenväxter kan hittas i större eller mindre mängd i innerfjärdarnas alla delar. För dessa allmänt spridda arter innebär de två pump- och strömalternativen därmed förmodligen ingen skillnad för växternas utbredning.

En grupp arter som är ointressant ur igenväxningssynpunkt är små botten- och undervattenslevande arter som exempelvis braxengräs, lånkar, slamkrypor och vissa nateväxter som exempelvis gropnate. På grund av att dessa arter är späda och oansenliga kan de aldrig vålla de olägenhetseffekter som utrymmesmässigt stora arter som exempelvis vass, gäddnate och vattenpest kan åstadkomma.

Här följer en genomgång av ett antal arter, som har visat att de kan ha klara olägenhetseffekter i innerfjärdssystemet, för att klargöra hur en pumpning från ena eller andra hållet skulle påverka deras utbredning.

**Bladvass** är den växt som har stått för det klart största bidraget till igenväxningens olägenhetseffekter i Luleå innerfjärdar (Erixon 2004). Arten har mycket rikliga förekomster i främst Björnsbyfjärden och även i de norra bassängerna Sinkfjärden, Sörfjärden och Mulövikens. Den finns också, fast inte lika ymnigt, i de södra delarna av fjärdssystemet. Vid Norrbottenskusten är bladvass lika vanlig i brackvattenmiljö som den är i sedan länge avsnörda fjärdar med "sött" vatten. Det finns därför ingenting som talar för att denna växts utbredning skulle påverkas av den skillnad i vattenkvalitet, främst salinitet, som de två pumpriktningsalternativen skapar.

**Kolsäv** (Säv) är en annan stor skymmande övervattensväxt som ofta bildar kraftiga ringformade bestånd i den fria vattenmassan. Denna växt uppvisar en tydlig expansion under 1900-talet. För 80 år sedan fanns den inte i innerfjärdarna (Svenonius 1925). 1995 var arten mycket vanlig med kraftiga bestånd i östra Björnsbyfjärden (Erixon 1996) och 10 år senare finns även arten i Sinkfjärden med någon enstaka rugge (Erixon 2005). Trots att arten anses vara bunden till rent linniska (sötvatten) miljöer kan inga exemplar hittas i den västra delen av systemet trots att arten mycket väl genom sin förekomst vid Holmsundets mynning borde ha

haft stora möjligheter att med hjälp av strömriktningen sprida sig hit. Det finns därför ingen anledning att tro att denna arts utbredning skulle påverkas och förändras som en följd av vilket huvudalternativ som genomförs. De skillnader i strömriktning och vattenkvalitet som de två alternativen skapar kommer mest sannolikt inte att ha någon påverkan på artens utbredning.

**Bredkaveldun.** Denna art har expanderat i innerfjärdarna under 1900-talet. På 1920-talet fanns det cirka 100 exemplar av arten i Gammelstadsviken (Svenonius 1925). 1995 var arten mycket vanlig i Gammelstadsviken och hade även spridit sig ner till Sellingsundet (Erixon 1996). Då förutsågs att de första exemplaren av arten inom en snar framtid skulle kunna påträffas i Björsbyfjärden. Så har år 2004 också blivit fallet. Arten påträffas förutom på ett par ställen i Björsbyfjärden även i alla andra fjärdbassänger. Det finns därför ingen anledning att tro att denna arts utbredning skulle påverkas olika av strömriktningen och de två huvudalternativen.

**Vattenpest,** som fanns i riklig mängd på 1920-talet i Björkskatafjärden och Björsbyfjärden, har i det närmaste försvunnit i dessa fjärdar fram till idag. Även Sörfjärdens ymniga förekomst av arten 1995 har bytts ut mot fullständig avsaknad 2004. Det är endast i Skurholmsfjärden som arten har ökat sin numerär under den senaste 10-årsperioden. Orsaken till att vattenpesten trivs och eventuellt expanderar i Skurholmsfjärden är förmodligen de gynnsammare miljöbetingelser som ett minskat djup kombinerat med bra ljusklimat (klart vatten) skapar. Därför kommer mest sannolikt inte heller denna arts utbredning i fjärdarna påverkas av strömriktningen och de två huvudalternativen. Ett klarare vatten med förbättrat ljusklimat kan dock komma att gynna arten något .

**Gäddnate** har under perioden 1995 till 2004 varit den mest och tätast utbredda flytbladsväxten i innerfjärdarna förutom i Sörfjärden där den aldrig är påträffad. Arten gick kraftigt tillbaka i de övriga uppdämda bassängerna under perioden 1995-2004 (Erixon 2005). Det har inte funnits några hinder för arten att sprida sig till Sörfjärden och att arten inte finns i Sörfjärden beror troligen på att denna fjärd länge har haft en brackvattenpåverkan vilket missgynnar arten. Den kan exempelvis inte hittas i andra grunda brackvattenpåverkade vikar i Luleå skärgård (Erixon, opubl.). En inpumpning från Skurholmsfjärden, vilket skulle medföra en viss utsötning av Sörfjärden, skulle kunna gynna arten så att den etablerar sig här.

#### **6.4 Slutord - vattenväxter och pumpriktning**

Med största sannolikhet är den största enskilda faktorn som påverkar vattenvegetationens utbredning i innerfjärdarna vattenståndshöjningen. Den inverkan som pumpriktningen har på växternas utbredning är förmodligen marginell,

## 7. Andra aspekter

Här berörs mycket kortfattat en del andra aspekter på pumpning och pumpriktning:

### *Fåglar och naturen*

Uppdämningen av innerfjärdarna 1993-94 innebar att vattenståndsfluktuationerna inne i fjärdarna minskade något. Detta har resulterat i att stränderna inte på samma sätt som före uppdamningen under vissa perioder har blottlagts. Vissa fågelarter däribland vadare och änder kan nyttja dessa stränder för födosök. Möjligen kan dessa fåglar missgynnas av de minskade vattenståndsfluktuationerna inne i de uppdamda innerfjärdarna. De två huvudalternativen är dock likvärdiga ur denna synpunkt.

### *Fiskvandring*

Med de nya fiskpassagerna, som har tagits i bruk, kommer antagligen inte fiskens vandring att hindras av stora flöden. Pumpalternativen är likvärdiga ur denna synpunkt

### *Badplatser*

Den enda kommunalt underhållna badplatsen ligger i Björkskatafjärden nära Lulsundskanalen. Här kommer vattenkvaliteten att förbättras i förhållande till dagens situation vid en inpumpning från Skurholmsfjärden. En pumpning från Mulövikens skulle dock kunna ge en något sämre vattenkvalitet relativt dagens situation.

Malmuddens västra strand i Skurholmsfjärden är en ofta utnyttjad badplats. Här kommer en bättre vattenkvalitet regelmässigt att kunna erbjudas vid en inpumpning från Skurholmsfjärden (se 9.3) jämfört med dagens situation och en betydligt bättre vattenkvalitet jämfört med en inpumpning från Mulövikens. En pumpning från Mulövikens skulle relativt dagens situation (utan pumpning) ge en sämre vattenkvalitet.

Vid den av allmänheten nyttjade badplatsen vid Sinksundet kommer vattenkvaliteten att bli i stort likvärdig mellan de två pumpriktningalternativen eller möjligen en något bättre kvalitet vid pumpning från Mulövikens.

### *Kanotbana*

I Björkskatafjärden där kanotbanan ligger kommer vattenkvaliteten att bli bättre, klarare och mindre näringsrikt om inpumpningen sker från Skurholmsfjärden jämfört med om den sker från Mulövikens.

## 8 Diskussion - jämförelse mellan alternativen

### 8.1 Jämförelse av inpumpning från Skurholmsfjärden och Mulövik

Av de två alternativa externa källor för inpumpning av vatten som har jämförts måste en inpumpning från Skurholmsfjärden förordas före en inpumpning från Mulövik på grund av följande orsaker/förhållanden (se figur 7):

- Läckaget i likskärsbanken försvårar en inpumpning över samma damm betydligt.
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer med den naturliga strömbild som nu råder i fjärdarna, där ca 4/5 av Holmsundets flöde finner sin väg ut via likskärsbanken (se 5.2)
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer bättre vattenkvalitetsmässigt med det successionsstadie (den naturliga landhöjningsutveckling) som fjärdarna befinner sig idag 2005 (se 5.3).
- Vatten inpumpat från Skurholmsfjärden håller högre vattenkemisk kvalitet än vatten från Mulövik (se 5.1).
- Vid en inpumpning från Skurholmsfjärden kommer fler fjärdassånger att nås av vattenkvalitetsförbättringar (se 5.2).

När det gäller de båda alternativen påverkan på vegetationsutbredningen görs följande bedömning:

- den enskilt största faktorn som påverkar vattenvegetationens utbredning i innerfjärdarna, genom att märkbart reducera denna, är inpumpningens vattenhöjande effekt. I detta avseende finns ingen skillnad mellan alternativen.
- De två olika strömriktningar som de två alternativen skapar ger förmodligen ingen skillnad när det gäller vegetationsutbredning eller spridning (se 6.1)

Aspekt	Pumpning från	
	Skurholmsfj	Mulövik
1. Läckaget i Likskärsbanken	+	-
2. Överensstämmelse med nuvarande strömförhållanden	+	-
3. Överensstämmelse med naturlig utveckling	+	-
4. Vattenkvalitet på inpumpat vatten	+	-
5. Vattenkvalitetsförändringar i fjärdarnas delar	+	-
6. Gynnsammare vegetationsutbredning	0	0

**Figur 7.** En jämförelse och totalbedömning av de två pumpalternativen ur flera behandlade aspekter. + = fördel; - = nackdel; 0 = ingen skillnad

### 8.2 Alternativet pumpning/överledning av vatten från Hagaviken

En inpumpning / överledning från Hagaviken skulle när det gäller aspekterna 1-3 (fig. 7) inte innebära någon skillnad jämfört med inpumpning från Mulövik. Detta innebär att förslaget

Hagaviken är i jämförelse med alternativet Skurholmsfjärden i samma underläge som alternativet Mulövikens är i aspekterna 1-3 (se fig 8).

Eftersom Hagavikens vatten har en högre salinitet jämfört med Mulövikens överensstämmer alternativet Hagaviken sämre än Mulövikens med det naturliga utvecklingsstadium (aspekt 3) som fjärdarna befinner sig dag (fig. 8).

När det gäller aspekten 4 är det svårt att göra en jämförelse mellan ”Hagaviken” och de andra alternativen. Det beror främst på att det saknas uppgifter om vattenkvaliteten i Hagaviken. Det är dock rimligt att anta att Hagavikens vatten jämfört med Mulövikens har följande vattenkvalitativa egenskaper:

- jämnare vattenkvalitet över tiden, inte lika stor parameterspridning (jfr 5.1.2)
- något mindre näringsrikt (har något lägre halter av tot-P, tot-N)
- lägre halt av organiskt material (COD) och färgtal.
- bättre buffrande förmåga mot försurning (högre pH och högre alkalinitet).

I en jämförelse med Skurholmsfjärden har Hagaviken ett vatten med högre salinitet och bättre buffrande förmåga. När det gäller närsalter har Skurholmsfjärden förmodligen lägre halter. En rimlig bedömning är att de båda alternativen Hagaviken och Skurholmsfjärden i stort sett erbjuder en lika bra vattenkvalitet.

I stora drag bedöms de vattenkvalitetsförändringar som uppstår i fjärdarnas olika delar (aspekt 5) vid alternativ ”Hagaviken” bli likadana som vid alternativ ”Mulövikens”. När det gäller vegetationsutbredning föreligger ingen skillnad mellan alternativen.

Aspekt	Pumpning från		
	Skurholmsfj	Mulövik	Hagavik
1. Läckaget i Likskärsbanken	+	-	-
2. Nuvarande strömförhållanden	+	-	-
3. Naturlig utveckling	+	-	- -
4. Vattenkvalitet på inpumpat vatten	+	-	+
5. Vattenkvalitetsförändringar i fjärdarnas delar	+	-	-
6. Gynnsammare vegetationsutbredning	0	0	0

**Figur 8.** En jämförelse och totalbedömning av tre pumpalternativ ur flera behandlade aspekter: + = fördel; - = nackdel; 0 = ingen skillnad

## 9 Miljöeffekter för Skurholmsfjärden vid inpumpning av vatten

Skurholmsfjärden som ligger utanför dammarna är via Svartholmskanalen direkt förbunden med Stadsfjärden och Bottenviken. Detta innebär att fjärdens vattenstånd i stort följer havets. Många gånger under året främst under vinterhalvåret sker betydande inflöden av Stadsfjärdens vatten in i Skurholmsfjärden. Det vatten som vid dessa tillfällen tränger in i Skurholmsfjärden kan ur vattenkemisk synpunkt betraktas som ett "älvvatten" med låga närsaltshalter och låg salinitet dvs ett vatten som är endast obetydligt bräckt.

Här följer en genomgång av hur de båda inpumpningsalternativen kommer att påverka Skurholmsfjärden.

### 9.1 Påverkan på vattenstånd och båttrafik

Skurholmsfjärden, som inte är uppdämd, har i stort samma vattenstånd som Stadsfjärden och havet. Genom Svartholmskanalen nivelleras vattenytorna mellan Skurholmsfjärden och Stadsfjärden genom ett vattenflöde i endera riktningen.

Den mest kritiska passagen för småbåtstrafiken i Skurholmsfjärden är utloppet via Svartholmskanalen. Här under broarna är vattenståndet vid normalvattenstånd ca 70-80 cm, vilket betyder att vid riktigt låga havsvattenstånd är delar av båtparken instängda i fjärden eftersom de då inte kan passera Svartholmskanalen för att nå Stadsfjärden. En inpumpning från det ena eller andra hållet förändrar inte detta förhållande. Så länge förbindelsen vid Svartholmskanalen är öppen kommer en pumpning inte att medföra någon förändring av tillgängligt djup för båttrafiken i Skurholmsfjärden jämfört med ett system utan pumpning.

Det är först när vattenförbindelsen mellan Stadsfjärden och Skurholmsfjärden är nästan helt bruten (vid extremt låga vattenstånd och/eller i en landhöjningspåverkad framtid) som en inpumpning från söder (Lulsundskanalen) skulle medföra en långsam vattenståndminskning i Skurholmsfjärden. En inpumpning från norr (Likskärsbanken) skulle aldrig kunna minska vattenståndet i Skurholmsfjärden.

### 9.2 Påverkan på strömningsförhållanden och materialtransport

Tidigare har framförts att vissa "nyupptäckta" grunda områden i Skurholmsfjärden skulle kunna härröra från vattentransporterat material med ursprung från utsidan av Svartholmskanalens mynning. Det suspenderade materialet skulle i så fall ha burits av de vattenströmmar som passerat Svartholmskanalen och uppstått vid kraftigt höjda vattenstånd i havet. Ovanstående hypotes om materialtransport "utifrån och in" som orsak till uppgrundning i Skurholmsfjärden är numera förkastad (MRM konsult 2004). De flöden som uppstår genom Svartholmskanalen vid ovanstående tillfällen kan rör sig om ca 10 m/s (se 4.4) vilket kan jämföras med de föreslagna pumpkapaciteterna på 0,5-1,0 m<sup>3</sup>/s. En inpumpning från söder (Lulsundskanalen) skulle endast marginellt kunna öka flödet vid dessa tillfällen och kan därför inte orsaka uppgrundande effekter i Skurholmsfjärden. En inpumpning från norr (Likskär) kommer däremot att minska flödet in genom Svartholmskanalen vid dessa tillfällen med stigande vattenstånd i havet. Minskningen är dock marginell.

Vid pumpning över dammen vid Lulsundskanalen skulle det under sommarsäsongen i normalfallet gå en svag vattenström i Svartholmskanalen utifrån och in (till Skurholmsfjärden). Vid en pumpning norrifrån (över Likskärsdammen) skulle en svag ström gå inifrån och ut (till Stadsfjärden) genom Svartholmskanalen.

### 9.3 Påverkan på vattenkvalitet

I dagsläget har Skurholmsfjärden en förhållandevis bra vattenkvalitet, vilket till stor del beror på fjärdens öppna kontakt med Stadsfjärden via Svartholmskanalen. Vid höga och varierande vattenstånd i havet kommer stadsfjärdens inströmmade rena vatten att ha en positiv utspädande och ursköljande effekt på Skurholmsfjärdens vatten.

Vid en inpumpning från söder kommer Stadsfjärdens positiva inflytande på vattenkvaliteten i Skurholmsfjärden att öka. Nu kommer överpumpningen vid lulsundskanals damm att leda till att Stadsfjärdens vatten regelmässigt kommer att strömma in i Skurholmsfjärden. Härmed kommer Skurholmsfjärden att erhålla en bättre vattenkvalitet än vad som är fallet idag (noll-alternativ). (Se 5.1.1 och fig 6). De positiva förändringarna är att vattnet blir mindre näringsrikt, blir klarare, får ett högre pH, blir mer välbuffrat och innehåller mindre organiskt material

Vid en inpumpning från norr (Likskär) och därmed en strömriktning åt söder kommer Skurholmsfjärdens utbyte med Stadsfjärden att minska. Eftersom samtidigt huvuddelen av Holmsundets vatten, med sämre vattenkvalitet, kommer att styras ut via Skurholmsfjärden kommer denna fjärd att erhålla en sämre vattenkvalitet än vad som är fallet i ett noll-alternativ (icke pumpad fjärd). Den sämre vattenkvaliteten innebär att vattnet blir mer näringsrikt, mindre klart, får lägre pH och buffertkapacitet och innehåller mer organiskt material.

### 9.4 Påverkan på vegetationsutbredningen

Skurholmsfjärden har under de år som gått att följa, ca 60 år tillbaka i tiden, ej haft någon besvärande vattenvegetation (Erixon 1996, 2005). Orsaken till detta har främst varit att att fjärden till stora delar är relativt djup och har en förhållandevis brant strandprofil. Under de senaste 10 åren har dock en viss ökning av vattenvegetationen skett i vissa delar av fjärden. Mest märkbart är ett grunt område i centrala delen av fjärden (se Erixon 2005: område 13) där undervattensvegetation har etablerat sig. Orsaken till ökningen av vattenvegetationens utbredning i den icke uppdämda Skurholmsfjärden är förmodligen att medeldjupet har minskat med nästan 10 cm under perioden. En långsam vegetationsutbredning kommer att fortsätta i takt med att fjärden tappar vatten på grund av landhöjningen.

Det finns ingenting som tyder på att en pumpning i den ena eller andra riktningen kommer att innebära någon skillnad i en framtida vegetationsutbredning i Skurholmsfjärden. Denna slutsats grundar sig på följande förhållanden:

- En inpumpning från söder (Lulsundskanalen) skulle innebära att utbytet med Stadsfjärden skulle öka. Under långa perioder under sommaren kommer pumpningen att skapa en svag strömriktning i fjärden från söder till norr. Det går dock inte att identifiera några arter av vattenväxter som för närvarande finns i Stadsfjärden som inte

redan finns i Skurholmsfjärden. Samtidigt erhåller Skurholmsfjärden redan idag inflöden från Stadsfjärden vid högvattenstånd i havet vilket innebär att eventuellt ”förbisedda” arter i Stadsfjärden redan har haft alla möjligheter att sprida sig hit.

- En inpumpning från norr (Likskärsbanken) och den därmed skapade vattenströmmen i systemet från norr till söder skulle endast förstärka den naturliga strömmen från Holmsundet mot Skurholmsfjärden under sommarhalvåret. Det innebär att de växtarter som idag finns i systemet ”ovanför” Skurholmsfjärden sedan lång tid tillbaka har haft möjligheter att sprida sig till Skurholmsfjärden. Det verkar därför rimligt att inte heller detta inpumpningsalternativ innebär någon påverkan på spridningen av vattenväxter till Skurholmsfjärden.

## 9.5 Alternativens effekter på Skurholmsfjärden - Sammanfattning

Här följer en sammanfattande jämförelse mellan de båda huvudalternativens konsekvenser för Skurholmsfjärden.

Bedömd aspekt i Skurholmsfjärden	Pumpning - Skurholmsfj	Pumpning - Mulövikén
Uppgrundning; båttrafik	0	0
Erosion; materialtransport	0	0
Vattenkvalitet	+	-
Vegetationsutbredning	0	0



## 10 Provpumpning och kontrollprogram

En permanent driftsmässig inpumpning av vatten bör föregås av en provpumpning. Under denna tidsmässigt begränsade period registreras med hjälp av ett anpassat kontrollprogram effekterna av inpumpningen. Resultaten från provpumpning utgör ett väsentligt underlag för framtagandet av en fullständig miljökonsekvensbedömning (MKB) inför beslut om en driftsmässig inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar”

### Mål som skall uppnås med provpumpningen

Efter utförd provpumpning har kunskap erhållits som gör det möjligt:

- att avgöra om inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar är en användbar och miljömässigt godtagbar metod/teknik för att under vegetationssäsongen höja vattenståndet i de uppdämda fjärdarna
- att justera (intrimma) de tekniskt- hydrologiska egenskaperna som skall råda för en optimal driftsmässig inpumpning av vatten. Exempelvis typ av pump, pumpens fastsättning, pumpkapacitet och flöden etc.

### Syften med provpumpningen

Huvudsyftet med provpumpningen är:

- att under en begränsad tid (cirka 2 månader) undersöka om inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar är en möjlig metod/teknik för att i permanent drift säkra att vattennivån i de uppdämda delarna av fjärdarna ligger i paritet med eller nära dämningnivån. (enligt föreskriven vattendom där översta sättens överkant ska ligga på nivån -0,40 m)

Provpumpningens delsyften är:

- att registrera inpumpningens vattennivåhöjande effekt
- att fastställa vilken pumpkapacitet som erfordras
- att registrera och kartlägga de vattenkvalitativa förändringar i fjärdarnas olika delar som en inpumpning orsakar
- att ge en uppfattning om läckagets storlek i vägbanken vid Likskär
- att identifiera och bedöma eventuella problem och olägenhetseffekter med inpumpningen som exempelvis negativa erosionseffekter, bullernivåer, tekniska oförutsedda komplikationer etc.

### Provpumpningens omfattning

Provpumpningen, enligt ovanstående förordade huvudalternativ, kommer att ske på följande sätt:

- En inpumpning av Skurholmsfjärdens vatten sker över dammen vid Lulsundskanalen.
- Provpumpningen startar i början av juni och pågår under ca 2 månader (eventuellt kan tiden vara 10-20 juni till 10-20 augusti vara bäst).
- Sättarkonstruktionen vid Lulsundskanalen anpassas till vattennivåer för att skapa vattenström från söder till norr.
- Pumpkapaciteten kommer åtminstone inledningsvis vara 0,5 m<sup>3</sup>/s

- Ett kontrollprogram under provpumpningsperioden registrerar resultat och effekter av provpumpningen.
- En uppföljande utvärdering analyserar resultaten från kontrollprogrammet

## Provpumpningens miljöpåverkan

Provpumpningens påverkan på miljön, under ovan angivna förutsättningar (pump i Lulsundskanalen, kapacitet 0,5 m<sup>3</sup>/s), bedöms i sammanfattning bli följande:

### *Hydrologiskt. Flöden, strömriktning:*

I normalfallet ett enkelriktat flöde från pumpen vid Lulsundskanalens mynning i Skurholmsfjärden norrut genom Lulsundskanalen och Björkskatafjärden och västra Björsbyfjärden. Vid de trånga passagerna, broarna vid Porsöudden och Sinksundet samt den muddrade kanalen genom Likskärsbanken, kommer en svag vattenström från söder till norr att märkas.

### *Hydrologiskt. Vattennivåer:*

Vattennivåerna kommer successivt att stiga i samband med att provpumpningen inleds. Vattenståndshöjningen (cm/dygn) blir mer märkbar om provpumpningen startar vid låga vattenstånd jämfört med om vattenstånden är höga i systemet vid uppstarten.

### *Vattenkvalitet:*

Under provpumpningsperioden kommer innerfjärdsystemet med en början i söder att successivt erhålla en bättre vattenkvalitet (klarare och mindre näringsrikt). Även Skurholmsfjärden erhåller ett renare vatten på grund av att det utpumpade vattnet ersätts av vatten från stadsfjärden. Med en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s och ett beräknat återflöde genom fiskpassagen på ca 0,1 m<sup>3</sup>/s kommer Skurholmsfjärdens hela vattenvolym (0,83 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> vid normalvattenstånd i hav) att ha pumpats över efter ca 25 dagar och ersatts av nytt vatten från Stadsfjärden. Efter ca 50 dagars pumpning har teoretiskt hela vattenmassan i Björkskata- och västra Björsbyfjärden bytts ut och tillsammans med tillflödet från Holmsundet som det verkar spädande på trängt vidare mot Likskär. Därmed kommer vid slutet av inpumpningsperioden även östra Björsbyfjärden att erhålla en bättre vattenkvalitet.

### *Vattenvegetation:*

Under den begränsade tid som provpumpningen pågår kommer några synbara effekter på vattenvegetationens utbredning med stor sannolikhet inte att uppträda. Det hindrar dock inte att den vattenståndshöjning som provpumpningen skapar faktiskt kan medföra en viss reducering av främst flytbladsväxter under provpumpningsåret. På flera års sikt med driftsmässig inpumpning av vatten kommer vattennivåhöjning dock att ha en hämmande effekt på vattenvegetationen.

Ingen märkbar spridning (nykolonisation) av vattenväxter kan väntas av provpumpningen (och inte heller av en kontinuerlig driftsmässig inpumpning).

### *Erosion / materialtransport*

Vid en korrekt applicering av pumpen i Lulsundskanalen görs bedömningen att ingen eller endast försumbar erosion och/eller materialtransport kommer att äga rum.

### **Rekreation och friluftsliv**

Bedömningen görs att provpumpningen inte kommer att ha några negativa effekter på möjligheterna till bad eller kanotaktiviteter i Björkskatafjärden eller i andra delar av innerfjärdssystemet. Bedömningen görs att provpumpningen inte kommer att ha några negativa effekter på möjligheterna att använda båtar i Skurholmsfjärden. Den svaga inåtgående vattenström som pumpningen skapar vid Svarholmskanalen kommer inte att påverka båtparkens möjligheter att nå stadsfjärden. Båtlivet i andra delar av innerfjärdssystemet kommer att underlättas med det större djup som vattenståndshöjningen genom provpumpningen skapar.

### **Natur och fåglar**

Bedömningen görs att provpumpningen inte kommer att ha några märkbara negativa effekter på fågellivet runt innerfjärdarna. Rent teoretiskt kan vissa arter gynnas av ett högre jämnare vattenstånd och ett något högre djup medan andra arter kan missgynnas av att stränder inte blottläggs på samma sätt som vid en situation utan inpumpning av vatten.

### **Provpumpningens miljöpåverkan - sammanfattning**

Sammanfattningsvis görs den bedömningen att den miljöpåverkan som uppstår/ skulle kunna uppstå vid en tidsmässigt begränsad provpumpning till Luleå innerfjärdar är, om den visar sig ha oförutsedda negativa effekter, av begränsad och vid avslutat provpumpning snabbt övergående natur.

## **Kontrollprogram och uppföljning**

I samband med att provpumpningen av vatten till Luleå innerfjärdar startar inleds ett speciellt kontrollprogram för att fastställa om åtgärden får avsedda effekter och om justeringar/ intrimningar av det tekniska inpumpningsförfarandet bör göras.

### **Kontrollprogrammets syften**

Syften med kontrollprogrammet under ”provpumpningsperioden” är:

- Att studera de hydrologiska och vattenkemiska effekter som uppstår i innerfjärdarna vid provpumpningen
- att registrera och kartlägga hydrologiska förändringar i fjärdarnas olika delar som en inpumpning orsakar
- att registrera och kartlägga vattenkvalitativa förändringar i fjärdarnas olika delar som en inpumpning orsakar
- att ge en uppfattning om läckagets storlek i vägbanken i Likskär
- att ge underlag för att fastställa vilken pumpkapacitet, flöden etc som erfordras för att nå vattennivåer i fjärdarna som ligger i paritet med eller nära dämningnivån
- att identifiera och bedöma eventuella problem och olägenhetseffekter med inpumpningen som exempelvis negativa erosionseffekter, bullernivåer, tekniska oförutsedda komplikationer etc.

## **Kontrollprogrammet innehåller följande delar:**

### *Vattennivåmätning hav (Luleå hamn)*

Dagligen registreras vattenståndet i havet genom Luleå Hamns pegel vid Hamnören. Detta kan antingen göras via den automatiska telefonsvararen (0920 255430) eller att i efterhand rekvirera Luleå hamns månadsvisa sammanställningar.

### *Vattennivåmätning i fjärdarna*

Alternativ 1: Varannan dag registreras vattenståndet manuellt vid de fasta peglarna på fyra olika ställen (under broar) samt vid de två överfallsdammarna.

Alternativ 2: Vattenståndet registreras via elektroniska automatgivare.

### *Strömriktningsregistrering*

Med en frekvens på varannan dag noteras strömriktningen i systemet på följande punkter: Svartholmskanalen, Lulsundskanalen, Porsöudden (cykelbron), Holmsundet (cykelbron) Björnsbyfjärden (muddrad kanal), Sinksundet (bron) och Likskärsbanken. Registreringen kan kombineras med vattennivå mätningarna och med de vattenkemiska provtagningarna de dagar dessa äger rum.

### *Temperaturmätning*

Med en frekvens på varannan dag mäts vattentemperaturen vid Lulsundskanalen, Porsöudden samt Sinksundet. Mätningen kan kombineras med vattennivå och strömriktningsregistreringen. Temperaturen mäts på ca 50 cm djup.

### *Flöden och dämningarnivåer mm*

Pumpflödet uppskattas genom uppmätning av pumpens lyfthöjd (skillnad mellan vattenytor på ömse sidor av överfallsdamm, samt avläsning på pumpkurva). Utflöde genom fiskvandringränna mäts manuellt via separat överfall. Mätfrekvens som nivåmätningarna i fjärdarna.

### *Kontroll av erosion och materialdrift*

Under propumpningsperiodens första veckor sker vid några tillfällen en okulär kontroll av om det sker någon form av erosion i stensättningen i Lulsundskanalen och/eller materialtransport i vattenmassan.

### *Kontroll av teknisk utrustning, vattenstånd mm*

Kommer att ske regelbundet i samband med avläsning av vattenstånd och vattenprovtagning initialt vid driftsättning, därefter ca 5 ggr/vecka av vid Park&naturavdelning anställd personal.

### *Vattenkemisk provtagning*

Det vattenkemiska kontrollprogrammet för propumpningen kommer att ge följande kunskaper:

1. Hur påverkar inpumpningen av vatten vattenkvaliteten i fjärdarnas olika delar
2. Hur påverkas strömbilden och vattenutbytet mellan fjärdarna olika delar. Detta är möjligt genom att många av de uppmätta parametrarna kan tjänstgöra som markörer för vattenmassor av olika ursprung.

Under den cirka 2 månader långa provpumpningsperioden tas vattenprover vid fem tillfällen vid 9 provpunkter och analyseras på 10 normalparametrar samt metaller. Provpunkter och vattenkemiska parametrar är som följer:

Provpunkter: Svartholmskanalen  
Skurholmsfjärden vid Lulsundskanalen  
Lulsundskanalen norra (vid mynning till Björkskatafjärden)  
Porsöudden (vid cykelbron)  
Holmsundet (vid cykelbron)  
Björbyfjärden (vid muddrad kanal Bodskataudden)  
Sinksundet (vid bron)  
Likskärddammen (på insidan)  
Bensbyhamn (vid stenpir)

Parametrar: Färgtal  
COD<sub>Mn</sub>  
Alkalinitet  
pH  
Sulfat  
Konduktivitet  
Totalfosfor  
Totalkväve  
Nitrit-Nitrat  
Fosfatfosfor  
Metaller (17)

Det första provtagningstillfället är dagen innan provpumpningen startar och det sista (det 5:e) den sista provtagningsdagen. Vid 2 månaders provpumpning innebär detta en provtagningsfrekvens var 14:e dag. Vattenproverna analyseras av ett ackrediterat laboratorium för vattenanalyser.

Ovanstående kontrollprogram för provpumpningen bör kombineras med och ersätter då delvis det ordinarie vattenkemiska kontrollprogram som gällt för innerfjärdarna under de senaste åren.

#### *Avbrytning av provpumpningen*

Om provpumpningen skulle medföra uppenbara olägenhetseffekter eller innebära faror i något avseende kommer provpumpningen att avbrytas eller åtgärder vidtagas för att tekniskt modifiera provpumpningen så att olägenheterna reduceras och/eller faran upphör.

Exempel på sådana hypotetiska konsekvenser av provpumpningen som skulle medföra att provpumpningen avbryts eller modifieras är:

- om en kraftig/betydande erosion uppstår i Lulsundskanalen
- om en kraftig/betydande materialtransport uppträder vid och är orsakad av pumpen
- om en hög och för närboende besvärande bullernivå uppstår i pumpens närområde.

- om vägbanken i Likskär visar tecken på försvagning på grund av höga vattennivåer inne i fjärdarna

### **Uppföljning**

Resultaten från provpumpningens kontrollprogram sammanställs och syftesfrågorna bearbetas. Slutsatser dras om inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar är en tekniskt och miljömässigt möjlig metod för att under driftsmässiga förhållanden höja vattenståndet i de dämnda delarna av fjärdarna. ***Erfarenheter och slutsatser från provpumpningen utgör ett viktigt underlag för framtagandet av en fullständig miljökonsekvensbedömning (MKB) inför beslut om en driftsmässig inpumpning av vatten till Luleå innerfjärdar.***

## 11 Sammanfattning

Luleå tekniska universitet har av Luleå kommun, tekniska förvaltningen, fått i uppdrag att utreda effekterna av inpumpning av externt vatten till de uppdämda Luleå innerfjärdar. Fem olika alternativ jämförs inledningsvis varav två efter urval utgör huvudalternativen för den fortsatta miljökonsekvensbedömningen.

Som grund för jämförelsen och bedömningen vilar resultaten från tidigare utredningar om innerfjärdarnas hydrologiska, vattenkemiska och ekologiska status. Resultaten från utredningen kan sammanfattas:

Bedömningen görs att inpumpningens vattenståndshöjande effekt är den enskilt största faktorn som påverkar vattenvegetationens utbredning i innerfjärdarna, genom att märkbart reducera denna. Den inverkan som valet av pump- och strömriktning har på växternas utbredning är förmodligen marginell,

Av de två huvudalternativ för inpumpning av vatten som jämförs måste en inpumpning från Skurholmsfjärden förordas före en inpumpning från Mulövik/Hagaviken på grund av följande orsaker/förhållanden:

- Läckaget i likskärsbanken försvårar en inpumpning över denna damm betydligt.
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer med den naturliga strömbild som nu råder i fjärdarna.
- En inpumpning från Skurholmsfjärden överensstämmer vattenkvalitetsmässigt bättre med det successionsstadiet (den naturliga utvecklingen) som fjärdarna befinner sig idag 2005.
- Vatten inpumpat från Skurholmsfjärden håller högre vattenkemisk kvalitet än vatten från Mulövik.
- Vid en inpumpning från Skurholmsfjärden kommer fler fjärdbassänger att nås av vattenkvalitetsförbättringar. Detta gäller även den icke dämnda Skurholmsfjärden

Trots att stor osäkerhet råder om läckagets storlek i främst likskärsbanken görs bedömningen att en pumpkapacitet på 0,5 m<sup>3</sup>/s kan vara tillräcklig för att under de flesta vädermässiga förhållanden fylla fjärdarna till bredden under perioden mitten av juni till slutet av september.

Energiåtgången för att pumpa 0,5 m<sup>3</sup>/s under 3,5 månader är ca 9000 kWh.

Dammkrönet vid lulsundskanalen måste höjas så att det ligger ca 10 cm över dammkrönet vid likskärsbanken.

Ett kontrollprogram för inpumpningens inledande skede (provpumpning) presenteras. Föreliggande rapport skall tillsammans med resultaten från en föreslagen provpumpning ingå i en slutlig och fullständig miljökonsekvensbeskrivning (MKB)

## Referenser

- Andreasson, P. 1996. Luleå innerfjärdar Rapport B – hydrologi. Avd för vattenteknik, Högskolan i Luleå (Luleå tekniska universitet)
- Bengtsson 1980. Vattenutbytet mellan Luleås innerfjärdar – stationära förhållanden, Forskningsrapport, Tekniska Högskolan i Luleå, TULEA 1980:04.
- Erixon, P. 1996. Luleå innerfjärdar Rapport A – Vattenkvalitet, bottenkvalitet och vegetation. Avd för ekologi och miljövard, Högskolan i Luleå (Luleå tekniska universitet)
- Erixon, P. 2004. Vattenkvalitet i Luleå innerfjärdar 1990-2004. Avd för tillämpad geologi, Luleå tekniska universitet, Teknisk rapport 2004:11
- Erixon, P. 2005. Igenväxning och vegetationsutbredning i Luleå innerfjärdar 1995-2004. Avd för tillämpad geologi, Luleå tekniska universitet, Forskningsrapport 2005:17
- Hübinette, H. 1998. Närsaltsläckage från Björsbyfjärdens avrinningsområde. Examensarbete. Avd för ekologi och miljövard. Luleå tekniska universitet. 1998:002 CIV
- Högbom, A. G. 1921. Om vitriolbildning i naturen såsom orsak till massdöd av fisk i våra insjöar. Svensk Fiskeritidskrift, Häft 2:41-51.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län, 1981. Surhetsförhållanden i ytvattnen i Norrbottens län. Planeringsavdelningens rapport nr 7, 1981
- MRM Konsult 2004. Sedimentundersökning i Skurholmsfjärden vid Malmudden. MRAP 04011, 2004-06-10. MRM Konsult AB, Luleå.
- Naturvårdsverket 2000. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Nilsson, D., Olshammar, M. 1995. Luleå innerfjärdar – Hydraulisk modellering med Mike 11, examensarbete, Vattenteknik, Tekniska Högskolan i Luleå (Luleå tekniska universitet) 1995:140 E.
- Persson, H. 1984. En betraktelse om innerfjärdarnas förfalloch behovet av omgående åtgärder. Luleå kommun, gatukontoret, PM 1984-06-12.
- Sjöberg, H. 2003. Fiskpassagelösning i Luleås innerfjärdar. Examensarbete. Avd för Förnyelsebar energi, Luleå tekniska universitet. 2003:311 CIV
- Svenonius, H. 1925. Luleåtraktens flora. Svensk Botanisk Tidskrift 1925, Bd. 19, H4.



**1****HÖG PUMPKAP. – NORMAL SOMMAR – LITET LÄCKAGE**

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,16	0,08	1,0
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,4·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	2,6·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNSTNING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,2	0,12	0,92
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	2,4·10 <sup>6</sup>

**2****HÖG PUMPKAP. – NORMAL SOMMAR – STORT LÄCKAGE**

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,16	0,08	1,0
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,4·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	2,6·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNSTNING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,8	0,2	0,12	0,62
m <sup>3</sup> /mån	2,1·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	1,6·10 <sup>6</sup>

**3****HÖG PUMPKAP. – TORR SOMMAR – LITET LÄCKAGE**

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,25	0,08	0,04	1,0
m <sup>3</sup> /mån	0,65·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	0,1·10 <sup>6</sup>	2,6·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNSTNING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,2	0,12	0,55
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	1,4·10 <sup>6</sup>

**4****HÖG PUMPKAP. – TORR SOMMAR – STORT LÄCKAGE**

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,25	0,08	0,04	1,0
m <sup>3</sup> /mån	0,65·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	0,1·10 <sup>6</sup>	2,6·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNSTNING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,8	0,2	0,12	0,25
m <sup>3</sup> /mån	2,1·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	0,62·10 <sup>6</sup>



5

LÅG PUMPKAP. – NORMAL SOMMAR – LITET LÄCKAGE

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,16	0,08	0,5
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,4·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNST-NING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,2	0,12	0,41
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	1,1·10 <sup>6</sup>

6

LÅG PUMPKAP. – NORMAL SOMMAR – STORT LÄCKAGE

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,16	0,08	0,5
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,4·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNST-NING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,8	0,2	0,12	0,12
m <sup>3</sup> /mån	2,1·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	0,3·10 <sup>6</sup>

7

LÅG PUMPKAP. – TORR SOMMAR – LITET LÄCKAGE

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,25	0,08	0,04	0,5
m <sup>3</sup> /mån	0,65·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	0,1·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNST-NING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,5	0,2	0,12	0,05
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	0,12·10 <sup>6</sup>

8

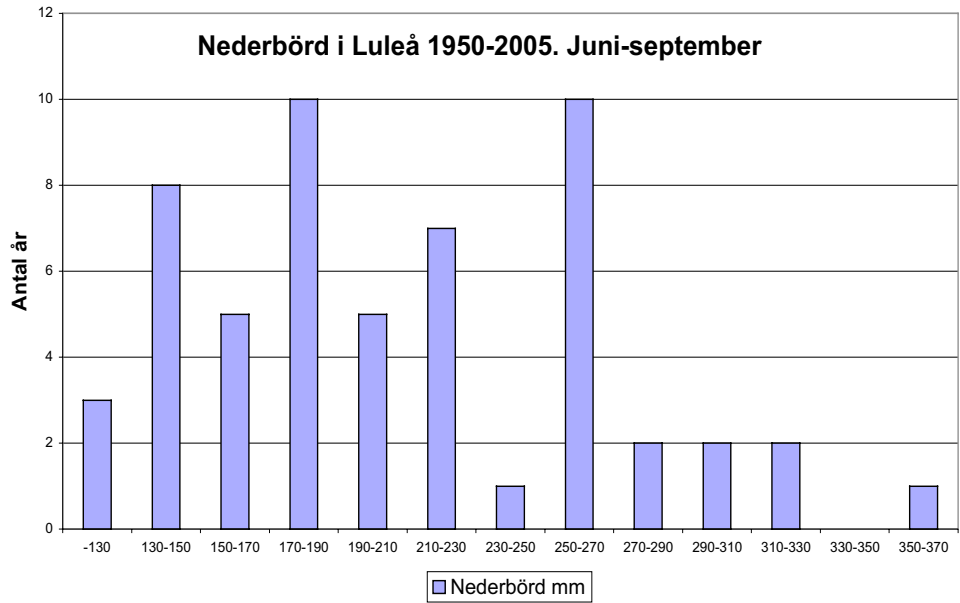
LÅG PUMPKAP. – TORR SOMMAR – STORT LÄCKAGE

	1	2	3	4
	HOLM-SUNDET	ÖVRIGA TILLFLÖD.	NEDER-BÖRD	PUMPNING
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,25	0,08	0,04	0,5
m <sup>3</sup> /mån	0,65·10 <sup>6</sup>	0,2·10 <sup>6</sup>	0,1·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>

INNEFJÄRDARNAS VOLYM 5,5·10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

	1	2	3	4
	LÄCKAGE	FISKVÄG	AVDUNST-NING	SPILL ÖVER DAMM
FLÖDE m <sup>3</sup> /s	0,8	0,2	0,12	-0,25
m <sup>3</sup> /mån	1,3·10 <sup>6</sup>	0,52·10 <sup>6</sup>	0,31·10 <sup>6</sup>	-0,65·10 <sup>6</sup>







### Beräkning av extra volymökning orsakad av långsluttande stränder.

En till bredden uppdämd fjärd har relativt en icke uppdämd höjt sitt vattenstånd med ca 0,4 m. Om innerfjärdarna genomgående hade haft branta strandprofiler (typ badkar) hade volymökningen motsvarat 0,4 x innerfjärdarnas area. Innerfjärdarna har dock mestadels relativt långsluttande stränder. För innerfjärdarna har följande antagits:

En vattenståndshöjning på 0,4 m innebär en genomsnittlig strandförskjutning mot land på 5 m. (se figur). Innerfjärdarnas totala strandlängd har beräknats vara ca 19000 m. Vilket ger en extra volymökning på  $0,019 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Innerfjärdarnas totala volym vid fylld fjärd utan ovanstående ”strandkorrigering” har beräknats till  $5,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Detta innebär att strandkorrigeringens volymtillskott kan försummas.

