



Nr U 6718  
Maj 2023

# Relikt salthaltigt grundvatten

Underlagsrapport för  
miljökonsekvensbeskrivningen av  
Klinthagen expansion III

På uppdrag av Nordkalk AB

Ardo Robijn



**Författare:** Ardo Robijn  
**På uppdrag av:** Nordkalk AB  
**Rapportnummer** U 6718

**© IVL Svenska Miljöinstitutet 2023**  
IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm  
Tel 010-788 65 00 // [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem



## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	4
1.1	Bakgrund .....	4
1.2	Salter i grundvatten .....	4
2	Metodik.....	7
2.1	Provtagning täktområdet .....	7
2.2	Referensprover .....	7
2.3	Ytvattenprover .....	7
2.4	Bedömningsgrunder .....	7
3	Resultat .....	8
3.1	Kontrollprogram dricksvattenbrunnar .....	10
3.2	Miljöprover ytvatten Klinthagentäkten samt Klinthagenbäcken .....	10
4	Diskussion .....	11
4.1	Täktvatten och sulfathalt .....	12
4.2	Relikt grundvatten och kloridhalt.....	13
5	Slutsatser .....	14
6	Referenser.....	15

# 1 Inledning

Följande utredning har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet AB på uppdrag av Nordkalk AB som en del av den specifika miljöbedömningen av Klinthagentäkten expansion III. Nordkalk har brutit kalksten i Klinthagentäkten sedan 1987 och vid flera tillfällen erhållit nya tillstånd för täktverksamhet. I expansion III söker Nordkalk tillstånd för fortsatt täkt- och vattenverksamhet i Klinthagentäkten, i huvudsak genom brytning till större djup inom delar av nuvarande täktområde.

Klinthagentäkten ligger i Lärbro socken på norra Gotland, cirka tre kilometer norr om Lärbro och lika långt söder om Storugns. Cirka tvåhundra meter öster om täkten ligger Natura 2000-området Hoburgsmyr. Hoburgsmyr är en av norra Gotlands största opåverkade agmyrar och har mycket stora naturvärden.

Den här utredningen syftar till att

1. redovisa grundvattnets konduktivitet, klorid- och sulfathalter i och kring täktområdet, samt
2. bedöma hur klorid- och sulfathalterna kan komma att påverkas i omgivande yt- och grundvatten till följd av den planerade verksamheten.

## 1.1 Bakgrund

Nordkalk har tidigare visat att det förekommer avgränsade inneslutningar av relik grundvatten med förhöjda kloridhalter på Gotland (Follin, 2007). Vidare framgår det av Nordkalks kontrollprogram att täktvattnet i Klinthagen har förhöjda sulfathalter. Inför den planerade utvidgningen av Klinthagentäkten finns det därför skäl att bedöma om och i så fall hur dessa variationer i vattenkvalitet kan komma att påverka täktens omgivning, i första hand Klinthagenbäcken som utgör täktens primärrecipient.

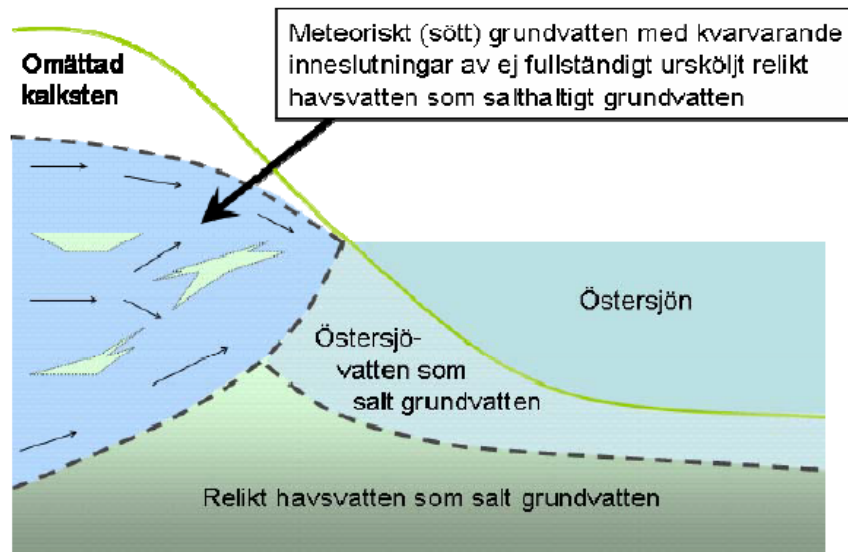
## 1.2 Salter i grundvatten

Salter i grundvatten består av positivt laddade katjoner och negativt laddade anjoner. Framför allt anjonerna är lättlösliga i grundvatten och mark. Salthalten kan mätas som konduktivitet, vilket är ett mått på den elektriska ledningsförmågan i vattnet. Konduktiviteten är ett resultat av alla befintliga anjoner. Den här utredningen fokuserar på anjonerna klorid ( $\text{Cl}^-$ ) och sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Förekomsten av salter i grundvatten kan bero på olika saker. I området för Klinthagentäkten är det framför allt två olika ursprung för salthaltigt grundvatten: Östersjövatten och relik grundvatten. Dessutom finns det naturligt förekommande upplösta joner från den kalkrika berggrunden, bestående av kalcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) och olika karbonatjoner ( $\text{HCO}_3^-$  och  $\text{CO}_3^{2-}$ ).

Östersjövatten i grundvattnet återfinns från kusten och sträcker sig in under land på allt större djup (Figur 1). Det salta Östersjövattnet återfinns under det söta grundvattnet som fyller på

grundvattenmagasinen genom nederbörd. Detta söta, så kallade meteoriska grundvatten, lägger sig ovanpå det salta grundvattnet eftersom densiteten är lägre (Follin, 2007).



Figur 1. Schematisk bild över förekomsten av salt grundvatten i Klinthagenområdet. Relikt havsvatten förekommer långt ner i berggrunden, samt i inneslutna fickor i nuvarande sött grundvatten. Inträngande Östersjövatten finns kustnära samt meteoriskt sött grundvatten förekommer på landområden (Källa, Follin, 2007).

Det relikta grundvattnet är kvarvarande salthaltigt grundvatten från Littorinahavet, som fanns för cirka 6 000 år sedan och var en föregångare till dagens Östersjön. Vid den tiden var landmassorna fortfarande nedtrycka efter inlandsisens vikt, och stora delar av dagens kustnära områden på Gotland utgjorde havsbotten. Kustlinjen för Littorinahavet återfinns idag på norra Gotland på cirka 25 m.ö.h. Förekomsten av relikta saltvatten är därför framför allt vid nuvarande markyta under 25 m.ö.h. (ljusgröna områden Figur 2) och där Littorinahavets grundvatten trängde in under land. Stora delar av det relikta grundvattnet har sedan dess sjunkit ner i berggrunden på grund av att det har högre densitet än det påfyllande meteoriska<sup>1</sup> grundvattnet. I vissa geologiska formationer och tät berggrund har det relikta grundvattnet blivit instängt eller skyddat från ursköljning och finns kvar som fickor med högre kloridhalt. Follin (2007) beskriver förekomsten i Bungeområdet, cirka 10 km öster om Klinthagentäkten så här:

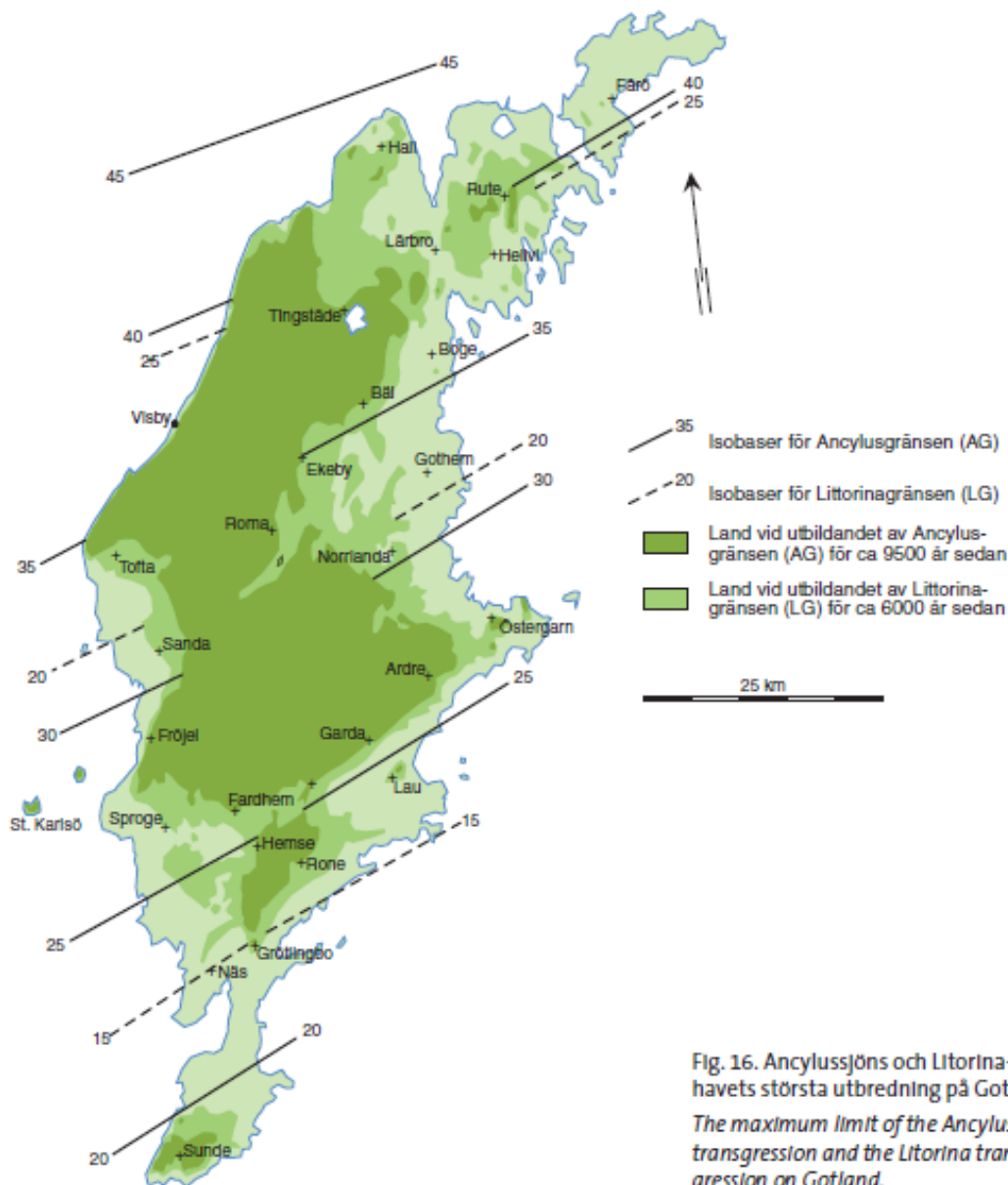
- Saltare grundvatten har ansamlats i botten på skålformade formationer av tät, kristallin kalksten på grund av sin tyngd.
- Saltare grundvatten finns inlagrat i öppna sprickor som har begränsad kontakt med omgivningen.
- Kalksten med saltare grundvatten är överlagrad av täta kalkstensformationer, till exempel mörkgrön.

Follin uppskattar att gränsen mellan sött och salt grundvatten ligger på cirka -30 till -40 m.ö.h. Den uppskattningen baseras bland annat på observationer i ett 80 meter djupt borrhål vid SMA:s kalkbrott Stucks (Follin, 2007). Denna skattning överensstämmer också med Cementas (numera Heidelberg Materials) beskrivning av det salta grundvattnet i Sliteområdet, cirka 10 kilometer

<sup>1</sup> Meteoriskt vatten är vattnet som kommer från nederbörd (snö och regn). Detta inkluderar vatten i sjöar, floder och ismältningar, liksom det mesta grundvattnet.

söder om Klinthagentäkten, där gränsen anges till omkring 30 meters djup (Nacka Tingsrätt 2022).

Kloridhalten i dagens Östersjön är ca 4 000 mg/l i höjd med Gotland. Halten sjunker längre norrut och ökar söderut. I Littorinahavet var kloridhalten ca 8 000 mg/l. Teoretiskt kan kloridhalten i reliket inneslutet saltvatten därför vara allt från 8 000 mg/l (om det inte har späts ut någonting) till under 50 mg/l (om det är helt ursköljt), vilket enligt VISS (2022) är den typiska kloridhalten i meteoriskt grundvatten i området. Observera att uttrycket reliket saltvatten i den här utredningen alltså syftar på kvarvarande rester från Littorinahavet, med olika grad av ursköljning/utspädning och därmed vitt skilda kloridhalter.



Figur 2. Illustration över områden täckta av Littorinahavet (ljusgrön), samt den tidigare sötvattensjön Ancylussjön (mörkgrön). Källa: Svantesson, 2008.

## 2 Metodik

### 2.1 Provtagning täktområdet

Under 2022 har vattenprovtagningen genomförts i 31 befintliga bergborrade grundvattenrör i och utanför Klinthagentäkten. Varje borrhål har provtagits cirka en meter under grundvattenytan och cirka en meter ovanför botten på varje borrhål genom extraktion av vatten med en bailer med kulventil. Provtagningen har gått till på följande sätt:

- Mät avståndet från rörets överkant ned till vattenytan med hjälp av ett ljuslod.
- Skölj bailern med avjoniserat vatten.
- Ta ett vattenprov med en bailer cirka 1 meter under vattenytan.
- Skölj bailern med avjoniserat vatten och ta ett nytt vattenprov, denna gång från cirka 1 meter ovanför botten av borrhålet.

### 2.2 Referensprover

Vattenprover från kringliggande brunnar har samlats in kontinuerligt inom ramen för Hoburgsmyrs kontrollprogram och har använts för att jämföra med observationerna i täktområdet.

### 2.3 Ytvattenprover

Miljöövervakningsprover från Pall 2-sjön, Polenhålet och Klinthagenbäcken har samlats in inför Klinthagenbäckens recipientutredning (Gammeltoft och Dalman, 2022) och har använts för att få en uppskattning om vilka halter som lämnar täktområdet.

### 2.4 Bedömningsgrunder

Bedömning av vattenkvalitet i tækten kan göras med olika bedömningsgrunder. I denna utredning jämförs halterna med miljökvalitetsnormer för grundvatten (SGU-FS 2019:1) och Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2001:30). För ytvatten finns det för närvarande inga motsvarande riktlinjer för konduktivitet, klorid- och sulfathalterna (HVMFS 2019:25), Tabell 1.

Tabell 1. Bedömningsgrunder.

Ämne	Enhet	Miljö kvalitetsnormer (SGGFS 2019:1)	Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2001:30)	Smakförändring
Konduktivitet	mS/m	150	250	
Klorid	mg/l	100	100 <sup>2</sup>	300
Sulfat	mg/l	100	100 <sup>2</sup>	250

## 3 Resultat

Resultaten från klorid- och sulfatanalyserna av vattenproven från grundvattenbrunnarna redovisas översiktligt i Tabell 2, Figur 3 och 4 samt bilaga 1 och 2. För varje provtagningspunkt redovisas två värden, ett för det ytliga provet och ett för det djupa provet.

Tabell 2. Sammanfattning av resultaten för de 31 grundvattenrören, konduktivitet, salinitet, klorid och sulfatmätningar, Klinthagentäkten april 2022.

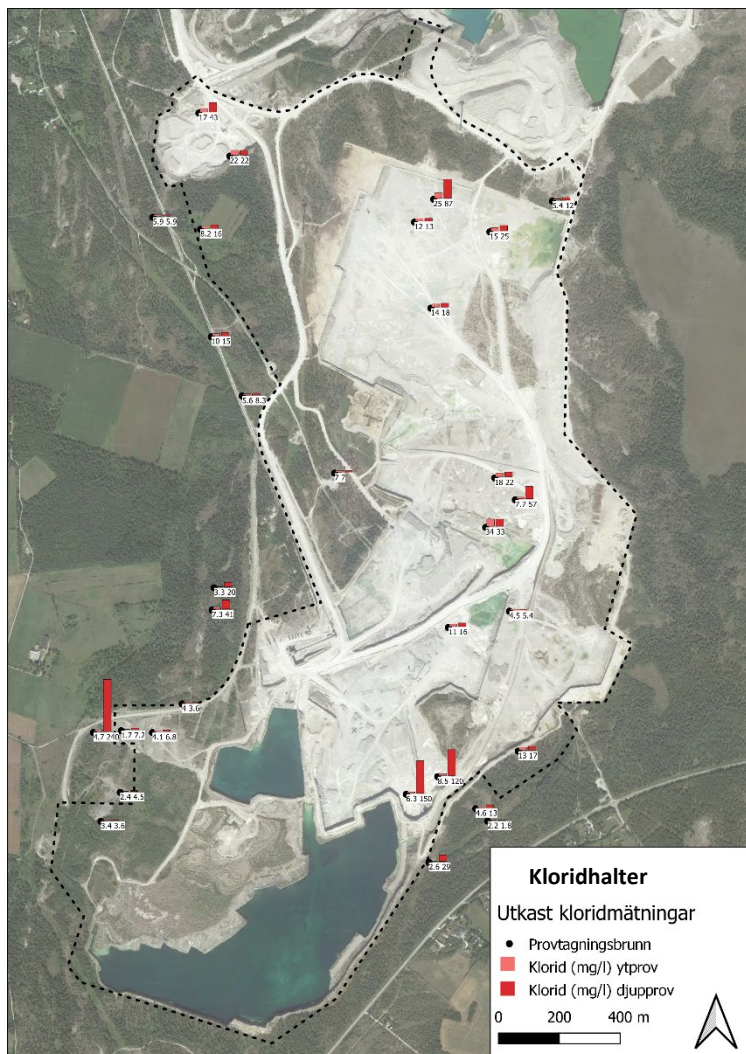
	min	max	medel	median
<b>Ytprov grundvattenrör, 1 meter under grundvattenytan</b>				
Konduktivitet - (mS/m)	27	110	48,6	43
Salinitet - (PSU)	0,12	0,55	0,23	0,20
Klorid - (mg/l)	1,7	34	9,37	7
Sulfat - (mg/l)	5,2	420	80,8	38
<b>Bottenprov grundvattenrör, 1 meter över borrhålets botten</b>				
Konduktivitet - (mS/m)	35	160	71,1	58,5
Salinitet - (PSU)	0,16	0,79	0,34	0,28
Klorid - (mg/l)	1,8	240	34,3	16
Sulfat - (mg/l)	0,5	420	125	65

Kloridhalterna och konduktiviteten i samtliga ytliga grundvattenprover är under miljö kvalitetsnormen för grundvatten. Det är medel- och medianvärden för sulfat i de ytliga proverna också, medan sulfathalten överskrider miljö kvalitetsnormen i 7 ytliga grundvattenprover.

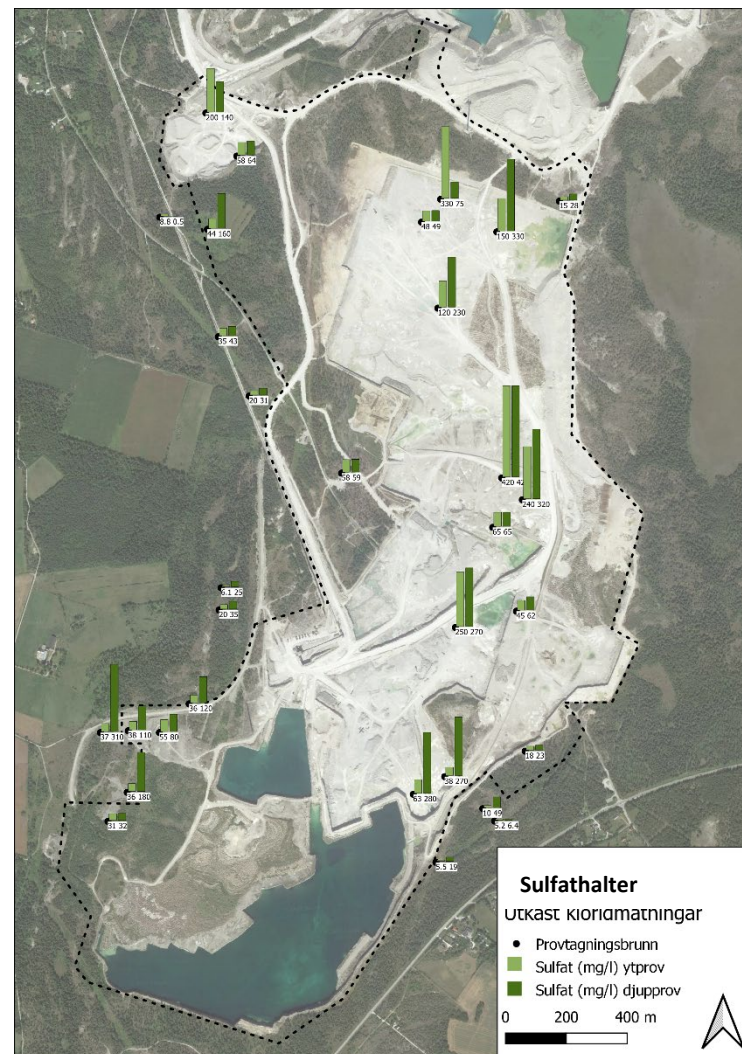
I de djupa grundvattenproverna ökar förekomsten av både klorid och sulfat, med 3 av 31 kloridobservationer över miljö kvalitetsnormen, 2 av 30 konduktivitetmätningar över miljö kvalitetsnormen och 13 av 31 sulfatmätningar över miljö kvalitetsnormen.

<sup>2</sup> Gränsvärde för tjänligt dricksvatten med teknisk anmärkning. Vid högre halter ökar risken för angrepp på vattenledningar och ökat underhållsbehov.





Figur 3. Uppmätta kloridhalter Klinthagentäkten april 2022



Figur 4. Uppmätta sulfathalter, Klinthagentäkten april 2022

## 3.1 Kontrollprogram dricksvattenbrunnar

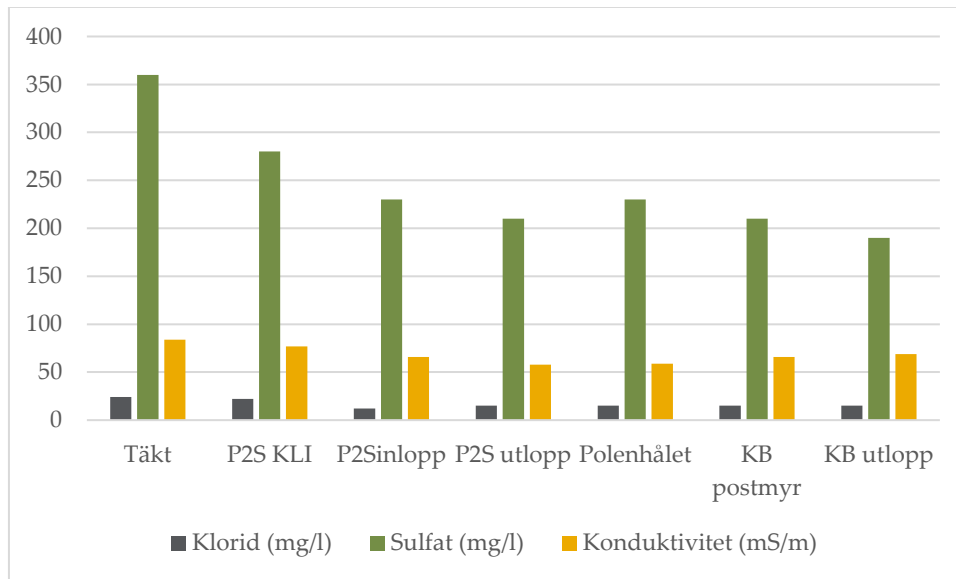
För att få en uppfattning om hur klorid- och sulfathalterna i tälkten förhåller sig till en mer regional grundvattenkemi jämförs halterna med uppmätta halter i de brunnar som ingår i kontrollprogrammet för Klinthagentälkten. Halterna jämförs med Livsmedelsverkets föreskrifter för dricksvatten.

Förekomsten av kloridhalter över Livsmedelsverkets föreskrifter för dricksvatten på 100 mg/l förekommer i 5 av 11 brunnar. Dessa observationer är vanligtvis av tillfällig karaktär då alla brunnar också uppvisar värden under 100 mg/l under mätperioden 2016 till 2022. De högsta kloridvärden kopplas framför allt till augustimätningar. Dessa resultat är väl i linje med den regionala trenden på nordöstra Gotland enligt Miljö- och hälsoskyddsnämnden Region Gotlands undersökning Dricksvattenkvaliteten i enskilda vattentälkter 2015 (Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Region Gotland, 2015).

## 3.2 Miljöprover ytvatten Klinthagentälkten samt Klinthagenbäcken

Ytvattenprover i tälktområdet och nedströms tälkten i Klinthagenbäcken har tagits i samband med recipientutredning (Gammeltoft och Dalman, 2022). Koncentrationsminskningar kan följas från tälktområdet till Pall 2-sjön, till Polenhålen, och slutligen till Klinthagenbäckens infiltrationsområde och utlopp (Figur 5). Halterna visar låga kloridhalter på 24 mg/l i tälktområdet, vilka sedan minskar ut mot utloppet med värden på 15 mg/l. Sulfathalterna är också högst i tälktområdet med värden från 350 mg/l i avrinningsvattnet ("Täkt"), vilket sedan avtar i Pall 2-sjön (P2S) och Polenhålet och slutligen har det lägsta värdet på 190 mg/l i Klinthagenbäckens utlopp (KB utlopp).

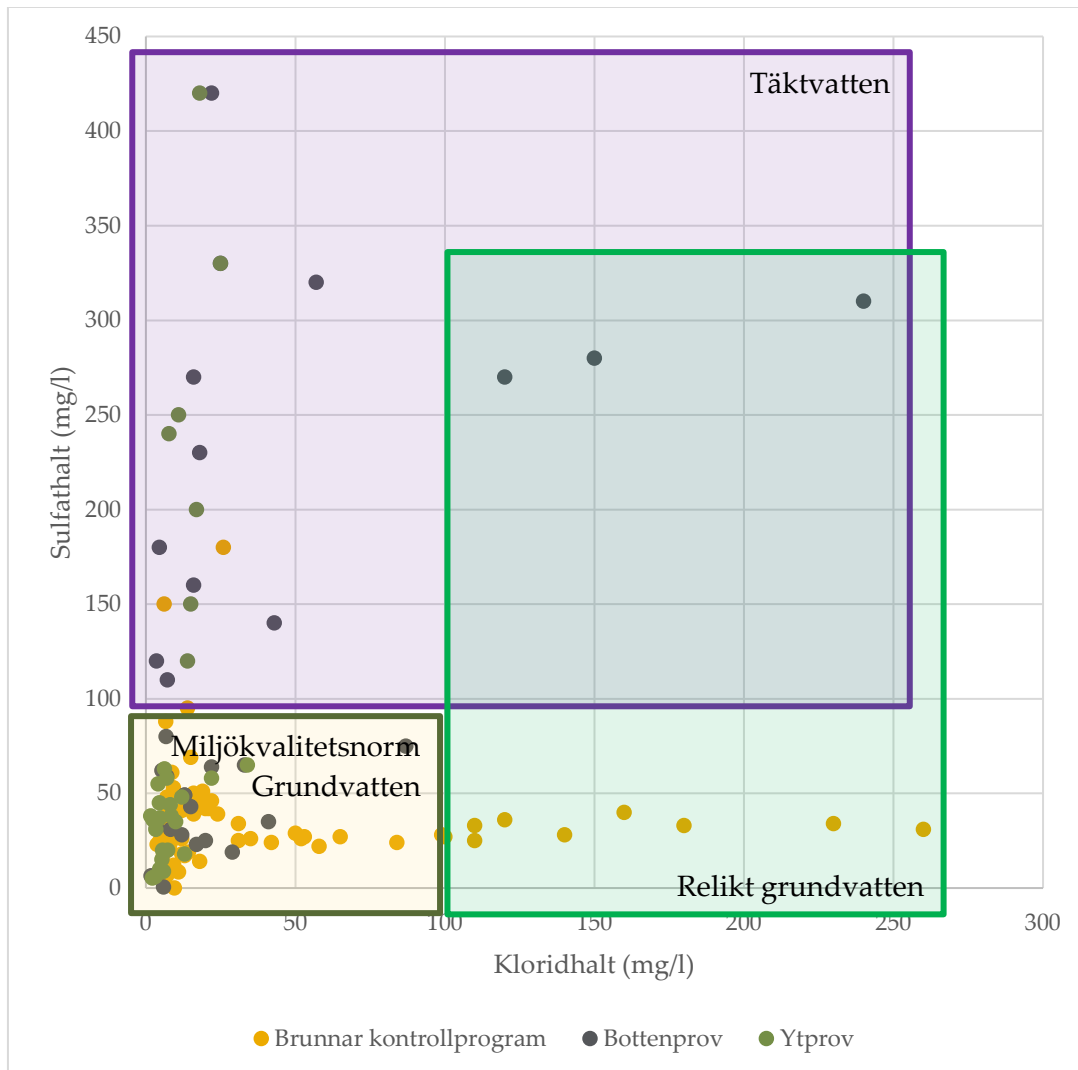
Konduktiviteten är högst i tälktområdet (84 mS/m) och lägst i Pall 2-sjön (58 mS/m) och 69 mS/m vid utloppet. Alla konduktivitetvärden är under gränsvärdet för både grundvatten och dricksvatten. (Det saknas konduktivitetsriktlinjer för ytvatten).



Figur 5. Klorid-, sulfat- och konduktivitetshalter i Klinthagentäkten och dess utlopp Klinthagenbäcken. Data från 2021 och 2022.

## 4 Diskussion

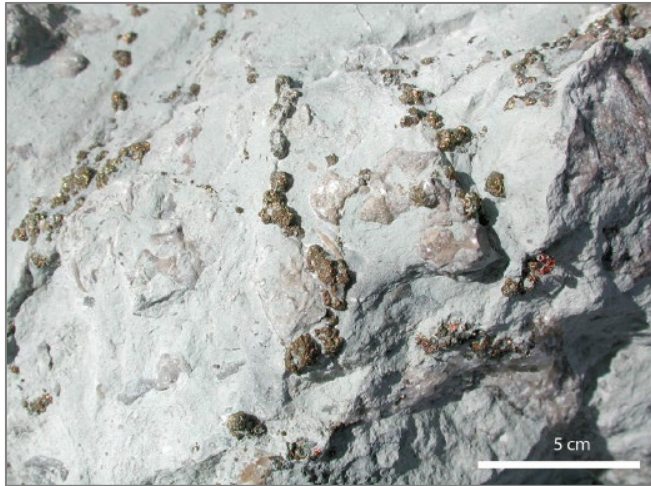
Alla grundvattenprover i täktområdet samt brunnarna från kontrollprogrammet jämförs i Figur 6. Figuren visar vattenegenskaperna med avseende på sulfat- och kloridkoncentration (y- respektive x-axel i diagrammet), och med dessa parameter går det att urskilja påverkan av olika vattenkällor. Majoriteten av grundvattenprovernas koncentration hamnar inom miljökvalitetsnormen för grundvatten, och klustret av prover under 50 mg/l sulfat och under 50 mg/l klorid har liknande värden som har uppmätts vid grundvattenövervakning vid Hångars, väster om Lärbro (VISS, 2022). De prover som uppvisar sulfathalter över 100 mg/l är tagna i eller strax intill Klinthagentäkten. Dessa bedöms vara påverkade av täktvatten med förhöjd sulfathalt till följd av vittring av sulfatrika mineral. De flesta prover som uppvisar kloridhalter över 100 mg/l är tagna i dricksvattenbrunnar utanför täkten. Dessa bedöms vara påverkade av relict saltvatten, eftersom de ligger på alltför stort avstånd från havet för att rimligtvis kunna vara påverkade av havsvatteninträngning och inga andra kloridkällor är kända. Tre prover uppvisar både förhöjda klorid- och sulfathalter. Alla tre är djupa prover, tagna i Klinthagentäkten.



Figur 6. Sammanställning av grundvattenprover från täktområdet (Bottenprov och ytprov) och brunnar från kontrollprogram med avseende på sulfat- och kloridhalt. Lila ruta indikerar påverkan av täktvatten, grön ruta indikerar möjlig påverkan på relik saltvatten och gul ruta anger miljö kvalitetsnormer för grundvatten.

## 4.1 Täktvatten och sulfathalt

Förekomsten av sulfat i grundvatten kan ha flera olika källor där de vanligaste är vittring och oxidering av svavelhaltiga mineral, vulkanism, nedbrytning och eldning av organiskt material samt havssalt (Meays och Nordin 2013). I Klinthagens sammanhang kan brytningen frisätta sulfat genom ökad kontaktyta för vatten och syre, vilket leder till en ökad vittring av svavelhaltiga mineral. Förekommande mineral är framför allt pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), men även möjligen baryt ( $\text{BaSO}_4$ ), zinkblände ( $(\text{Zn,Fe})\text{S}$ ) och gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ , Nylén, 2017). Pyrit är oftast förekommande i mägersten (sulfathalt  $<1\%$ ) men även i revbildande stromatoporoidkalksten som har en lägre svavelhalt, vanligtvis  $<100$  ppm (Erlström m.fl., 2008). Exempel på pyritmineraliseringar förekommande i revstrukturen och som sprickmineral syns i Figur 7 från täktområdet (Erlström m.fl., 2008).



Figur 7. Pyritmineralisering i murgelavsnitt inuti revkalksten, Storungs. Foto M Erlström, (Erlström m.fl., 2008).

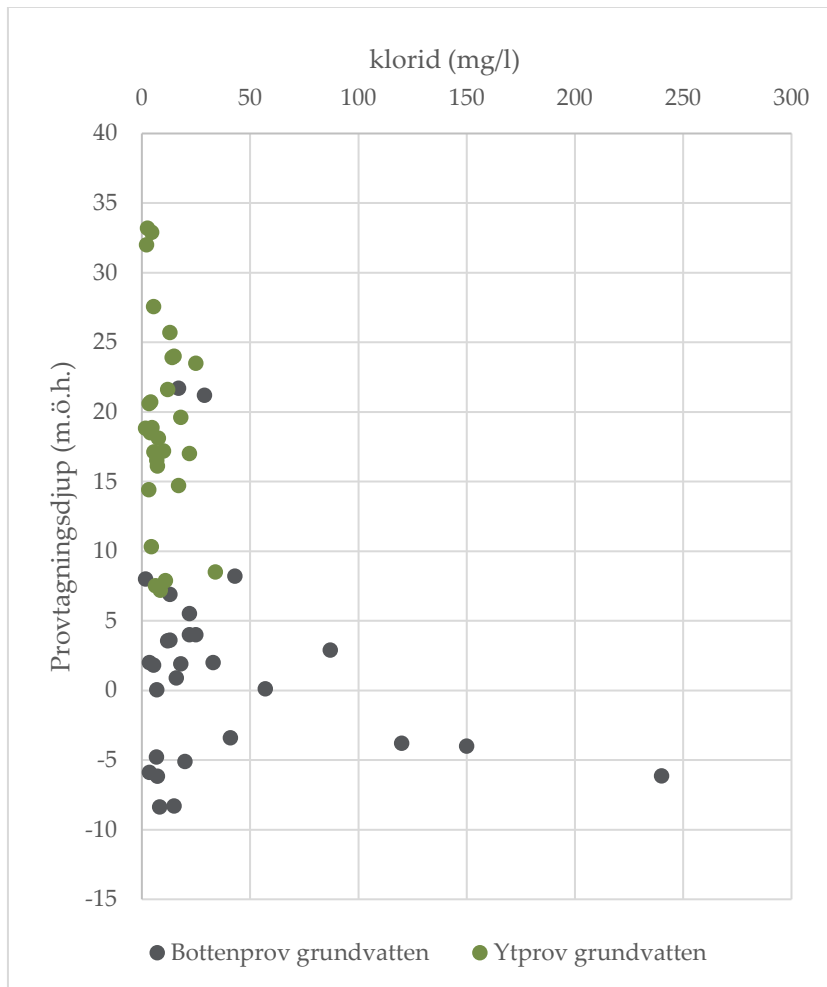
Svavelhalten i täktvattnet är en direkt följd av täktverksamheten, och det har varit fallet för all tidigare kalkbrytning i Klinthagentäkten. Därför går det att anta att sulfatkoncentrationen i Pall 2-sjön och Polenhållet är ett resultat av all brytning som har skett i täkten sedan anläggningen av täktsjöarna. Koncentrationen i Pall 2-sjön och Polenhållet kan då antas vara ett resultat av en utspädning av sulfathaltigt täktvatten, med lågsulfathaltig nederbörd och grundvatten.

Eftersom brytningen kommer fortsätta ske under liknande förhållande, där nederbörd, täktvatten och grundvatten blandas, blir slutsatsen att sulfathalterna i Pall 2-sjön sannolikt kommer att vara oförändrade vid planerad brytning.

## 4.2 Relikt grundvatten och kloridhalt

Kloridhalter över 100 mg/l förekommer i tre grundvattenprover i den södra delen av täktområdet (Figur 3). I samtliga fall rör det sig om djupa prover, med provtagningsdjup under -4 m.ö.h. (Figur 8). Den västligaste provtagningspunkten, med kloridhalt på 240 mg/l, ligger vid Littorinahavets strandlinje, vilket stämmer med antagandet att det rör sig om relik grundvatten. De två andra provtagningspunkterna ligger strax nordost om Pall 2-sjön i täktens södra del. Obruten marknivå ligger här högre än 25 m.ö.h., men strax söderut gick en vik av Littorinahavet in. Som framgår av Figur 1 utgör inte strandlinjen en exakt gräns för havsvattnets påverkan på grundvattnet, utan havsvatten kan tränga in under och blandas med det strandnära meteoriska grundvattnet. Hur långt in havsvattnet når beror bland annat på densitetsskillnader mellan havs- och grundvattnet och de geologiska förutsättningarna. Generellt når inträngningen längre på större djup. Även de brunnar som ingår i kontrollprogram och som uppvisade förhöjda kloridhalter ligger i området söder om täkten med brunnsdjup ner till -35 m.ö.h. Sammantaget bedöms relik grundvatten kunna förklara samtliga prover med förhöjda kloridhalter.

I den mån något inneslutet relik salthaltigt grundvatten mobiliseras kommer det att strömma i den riktning som det tidigare täta berget öppnas upp, det vill säga in i täkten. Därför föreligger det inte någon risk för inblandning av relik salthaltigt grundvatten i kringliggande grundvatten. Eftersom majoriteten av de planerade nya brytområdena ligger i delar av täkten där obruten marknivå ligger högre och på större avstånd från Littorinahavets strandlinje jämfört med stora delar av den redan utbrutna täkten blir slutsatsen att inblandningen av relik saltvatten i Pall 2-sjön och Polenhållet sannolikt kommer att vara oförändrad vid planerad brytning.



Figur 8. Sambandet mellan kloridhalter och provtagningsdjup. Förhöjda kloridhalter i Klinthagentäkten förekommer vid cirka -4 m.ö.h, det vill säga under både nuvarande och planerad täktbotten.

## 5 Slutsatser

Sammanfattningsvis tyder undersökningen på att:

- Inga stora mängder av relik grundvatten med förhöjda kloridhalter finns i den norra halvan av täktområdet
- Möjlig påverkan av relik grundvatten finns i sydvästra och södra Klinthagentäkten
- Inga halter över Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten har uppmätts för klorid eller konduktivitet i Pall 2-sjön, Polenhålet eller Klinthagenbäcken.
- Förhöjda sulfathalter påträffas i täktvatten, vilket påverkar koncentrationen i Pall 2-sjön, Polenhålet och Klinthagenbäcken.
- Brunnarna söder om täktområdet påverkas inte av sulfathalterna i Klinthagentäkten.



## 6 Referenser

- Erlström, M., Persson, L., Sivhed, U. & Wickström, L., 2009: Beskrivning till regional berggrundskarta över Gotlands län. *Sveriges geologiska undersökning K 221*, 60 s.
- Follin S., 2007. Förekomst av salt grundvatten i området sydost om Bästeträsk samt förslag till program för övervakning av grundvattnets kvalitet vid en brytning av kalksten i den planerade Bungetäkten. SF Geologic AB
- Gammeltoft A., Dalman E., 2022 Klinthagen III Recipientutredning. WSP Sverige AB.
- HVMFS 2019:25. Havs och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling 2019:25
- LIVSFS 2001:30 Statens livsmedelsverks föreskrifter om dricksvatten.
- Miljö- och hälsoskyddsnamnden, 2015. 100 undersökningen, Dricksvattenkvaliteten i enskilda vattentäkter 2015. Region Gotland
- Meays C., Nordin R. (2013) Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate. Technical Appendix, Water Protection & Sustainability Branch Environmental Sustainability and
- Nacka Tingsrätt Mark- och miljödomstolen 2022. Dom M 2724-22. Cementa AB:s ansökan om tillstånd till fortsatt och utökad täktverksamhet samt vattenverksamhet vid Slite i Gotlands kommun. 2022-12-13.
- Nylén, F., 2017. Metodundersökning: Utvärdering av borrhålskartering avseende kalksten för industriella ändamål, File Hajdarbrottet, Slite, Gotland. Examensarbete i geologi vid Lunds universitet, masterarbete, nr 495.
- Strategic Policy Division BC Ministry of Environment
- Svantesson S.-I., 2008, Beskrivning till jordartskartan Gotland, Sveriges geologiska undersökningar K 4, 48 s.
- SGU-FS 2019:1. Föreskrifter om ändring av Sveriges geologiska undersöknings föreskrifter (SGU-FS 2013:2) om miljökvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten.
- VISS, 2022, Miljödata från övervakningsstation Hångars (<https://viss.lansstyrelsen.se/Stations.aspx?stationEUID=SE641117-167491>)

