

Saltvattenavsatta leror i Sverige med potential för att bilda kvicklera

Kristian Schoning

juni 2016

SGU-rapport 2016:o8



SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Omslagsbild: Varvig glaciallera avsatt under Yoldia-havets brackvattenfas. Fotograf: Kristian Schoning.

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
fax: 018-17 92 10
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL

Inledning	4
Användning av kartan och begränsningar	4
Bildning av kvickloror	4
Östersjöns utveckling sedan den senaste istiden	4
Avgränsning av områden med potential för förekomst av kvickloror	5
Västerhavet och Vänersänkan	7
Östersjön	7

INLEDNING

I den här analysen har SGU tagit fram vilka geografiska områden som numera är land, men som under någon period sedan isavsmältningen fram till idag haft en sådan geologisk miljö att leror som kan anses vara kvicka har avsatts. Dessa områden har alltså haft en geologisk historia som gör att det finns förutsättningar för bildning av kvickleror. Kartan visar alltså inte faktiska områden där kvickleror förekommer, utan potentiella geografiska områden där de kan förekomma. Kartan ger därmed inte heller en bild av alla de landområden som täckts av Västerhavet eller Östersjöns tidigare brackmarina stadier.

Användning av kartan och begränsningar

Kartan kan användas för att översiktligt se inom vilka geografiska regioner det kan tänkas finnas högsensitiva leror. Den visar områden där sedimentationsmiljön varit sådan att leror, som kan ha fått högsensitiva egenskaper, har avsatts.

Kartan tar inte hänsyn till om det verkligen finns finsediment avsatta, utan bara vilka landområden som varit täckta av vatten under olika perioder med sedimentationsmiljöer som kan ge upphov till högsensitiva leror.

BILDNING AV KVICKLEROR

Kvickleror är högsensitiva leror som kan förlora sin stabilitet och vattenhållande förmåga och hamna i flytande tillstånd där de sammanhållande krafterna mellan lerpartiklarna gått förlorade. Detta kan leda till skred med stor areell utbredning. I huvudsak är kvickleror avsatta i salt vatten under glaciomarina förhållanden intill en avsmältande inlandsis. De förekommer därför i områden i anslutning till de stora inlandsisarna under den senaste nedisningen i Skandinavien, Nordamerika och Ryssland. I samband med att inlandsisen började dra sig tillbaka från Skandinavien blev stora områden, som idag är land, täckta av vatten eftersom jordskorpan blivit nedtryckt av inlandsisens tyngd. Där vattendjupet var stort avsattes de finkornigaste glaciala sedimenten som glaciala leror.

Den höga sensitiviteten hos kvickleror beror främst på processer som skett efter det att leran avsatts på havsbotten. Där är urlakning av saltjoner som binder samman lerpartiklarna den viktigaste processen. Alla saltvattenavsatta leror är inte kvickleror, utan av stor betydelse här är salthalten i leran idag och förekomsten av mer vattengenomsläppliga lager i anslutning till leran och porvattnets jonsammansättning. Av betydelse kan även vara organogena avlagringar som leran står i kontakt och vissa oorganiska ämnen, till exempel olika typer av sulfider, i leran. Dessa substanser kan minska eller lösa upp bindningarna mellan lerpartiklarna.

ÖSTERSJÖNS UTVECKLING SEDAN DEN SENASTE ISTIDEN

Sedan den senaste istiden har Östersjön genomgått flera stadier med omväxlande brackmarina och sötvattenförhållanden. Detta på grund av ett komplicerat samspel mellan inlandsisens avsmältning, landhöjning och den globala havsytenivåns förändringar. I Västsverige har miljöförhållandena också varierat, men marina förhållanden har existerat under hela utvecklingen. Leror som är avsatta under marina förhållanden finns i Halland och Bohuslän och vidare in i de lägre liggande områdena runt Väneren och i stora delar av Dalsland.

I Östersjöbassängen har förhållandena växlat mellan perioder med brackvatten och sötvatten, från det att inlandsisen började smälta av fram till idag (tabell 1). Finsediment avsatta under brackvattenförhållanden förekommer från två Östersjöstadier: Yoldiahavet och Littorinahavet. Inledningsvis fylldes Östersjösänkan med smältvatten från inlandsisen, men i och med att inlandsisen drog sig tillbaka norrut kom Östersjösänkan i kontakt med Västerhavet via Vänerbassängen och Närke. Leror avsattes då under brackvattenförhållanden i Mellansverige under

Tabell 1. Västerhavet och Östersjöns utvecklingsstadier med dess skilda miljöförhållanden från slutet av den senaste istiden fram till idag.

Västerhavet	Tid (år före nutid)	Miljöförhållanden	Östersjöstadium	Tid (år före nutid)	Miljöförhållanden (år före nutid)
Först i väster och som längst i norr.	16 000–10 500	Glaciomarina förhållanden	Baltiska issjön	16 000–11 700	Sötvatten, dominerat av smältvatten
Som längst i nordväst.	10 500–nutid	Marina–brackmarina förhållanden	Yoldiahavet	11 700–10 700	Glaciomarina förhållanden 11 300–11 000
			Ancylussjön	10 700–9 800	Sötvatten
			Littorinahavet	9 800–nutid	Brackmarina förhållanden. 9 800–8 000, mycket låg salthalt. 7 000–5 000, högst salthalt.

det så kallade Yoldiahavet, som varade en kortare tidsperiod om cirka 200 år med början för 11 200 år sedan. Efter Yoldiahavet följde Ancylussjöstadiet då vattenmiljön åter gick till sötvattenförhållanden. För omkring 9 800 år sedan tog Littorinahavet sin början, men verkligt brackmarina förhållanden uppstod inte förrän för cirka 8 000 år sedan. Sedan dess har brackmarina förhållanden varit rådande i Östersjön. Salthalten i Littorinahavet var högre än vad den är i Östersjöbassängen idag; salthalten var som högst 7 000–5 000 år före nutid. I Bottenhavet och Bottenviken var salthalten väsentligt högre än vad den är idag. Från Littorinahavets tid finns finsediment avsatta längs med Östersjökusten. Framför allt i Norrbotten och Västerbotten finns mäktiga avlagringar med finkorniga sediment från denna tidsperiod. Dessa är även i vissa fall sulfidhaltiga.

AVGRÄNSNING AV OMRÅDEN MED POTENTIAL FÖR FÖREKOMST AV KVICKLEROR

I figur 1 visas utbredningen av saltvattenavsatta leror i Sverige med potential att utvecklas till kvickleror. Avgränsningen är gjord genom att identifiera sedimentationsmiljöer och sedimentationsregimer där kvickleror kan ha avsatts. Här har även tagits hänsyn till vilken stratigrafisk position potentiella kvickleror skulle ha och mäktigheten hos de finkorniga sedimenten. De sedimentationsmiljöer som har bedömts kunna ge upphov till kvickleror är marina och brackmarina miljöer. De sedimentationsregimer som bedöms vara väsentliga är glaciomarina miljöer samt brackmarina miljöer med hög sedimentation och omväxlande energiförhållanden med avsättning av grövre jordarter i lerorna.

Avgränsningen av vilka landområden där det finns potential för bildning av kvickleror (fig. 1) är gjord genom att ta fram vilka landområden som varit under vatten under perioder då marina eller brackmarina förhållanden existerat. Dessa landområden har identifierats genom att kombinera SGUs strandförskjutningsmodell, vilken ger information om kustlinjens läge vid olika tidpunkter, med de tidsperioder då marina eller brackmarina förhållanden existerat. Områden som bedömts ha sedimentationsregimer som inte ger kvickleror, stratigrafiskt läge för potentiella kvickleror och liten mäktighet hos de finkorniga sedimenten har tagits bort från områden med potential för bildning av kvickleror. I tabell 2 sammanfattas de geologiska bedömningar som gjorts för begränsningen av var det potentiellt kan finnas kvickleror.

**Västerhavet & Vänersänkan**

Avsättning av mäktiga lager av glaciala finsediment. Den glaciomarina avsättningsmiljön, tillsammans med den höga sedimentationshastigheten, gör att möjligheterna för bildning av kvickleror är stor.

**Östra Mellansverige**

Avsättning av glaciala finsediment under Yoldiahavets brackmarina period. Omväxlande sedimentationsmiljöer under brackmarina förhållanden ger vissa möjligheter till kvicklerebildning.

**Littorinahavet**

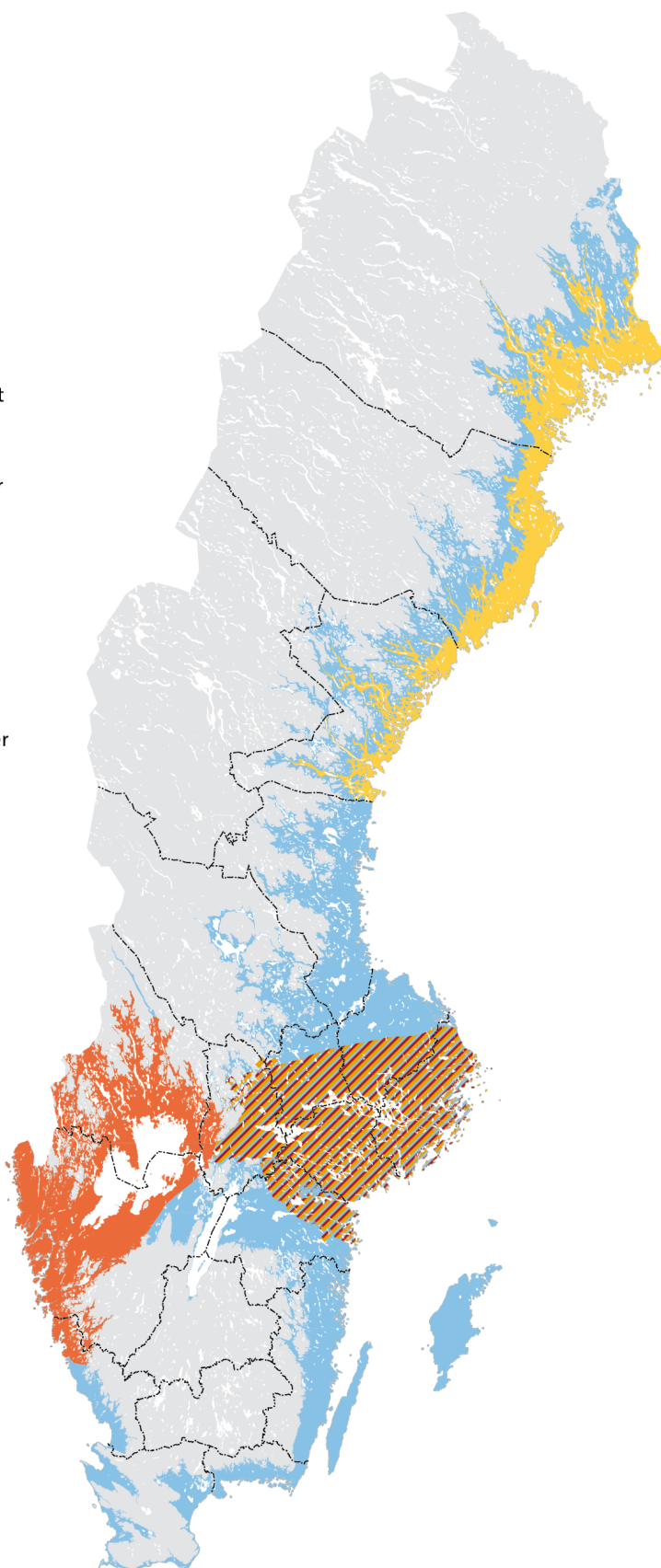
Avsättning av mäktiga lager av finsediment i Littorinahavet. Sedimentationsmiljön med brackmarina förhållanden och införsel av stora sedimentmängder via de norrländska älvdalarna har gett vissa förutsättningar till kvicklerebildning



Områden under högsta kustlinjen där förutsättningar för kvicklerebildning saknas eller är små.



Områden över högsta kustlinjen. Förutsättningar för kvicklerebildning saknas.



Figur 1. Områden med geologiska förutsättningar för bildning av kvickleror.

Tabell 2. sammanfattning av vilka geologiska bedömningar som gjorts för att avgränsa inom vilka geografiska områden det funnits geologiska förutsättningar för avsättning av leror som senare kunnat bli kvicka.

Västerhavet och Vänersänkan	Östersjösänkan	
Landområden under högsta kustlinjen i öster, avgränsat av en linje från Billingsens nordspets upp mot Tiveden och vidare till Kilsbergens sydspets.	Yoldiahavets brackmarina fas	Nordlig avgränsning utifrån inlandsisens läge för 11 000 år sedan. Den sydliga avgränsningen är bestämd av var det huvudsakligen skett sedimentation under tidsperioden 11 300–11 000 år före nutid, samt utbredning av brackmarina organismer i de glaciala lerorna.
	Littorinahavet tills idag	Landområden under Littorinahavets kustlinje från 8 000 år före nutid. Områden med begränsad sedimentation och med begränsad förekomst av sulfidhaltiga finsediment är borttagna.

Västerhavet och Vänersänkan

När inlandsisen smälte kom Västerhavet med sin brackmarina miljö att följa iskanten när den förflyttades norrut. Därför har Högsta kustlinjen använts som begränsning av var det skett avsättning av marina finkorniga sediment. I Västsverige finns leror avsatta under marina förhållanden i Halland och Bohuslän och vidare in i områdena runt Vänern och Dalsland. Vissa grundare områden och områden kraftigt påverkade av smältvatten har tagits bort, som Klarälvsdalen och området omkring och öster om Billingen. Här har avsättningen av finkorniga sediment varit för liten eller så har sedimentationsmiljön inte varit tillräckligt dominerad av marina förhållanden. Det är främst i Västsverige som det i Sverige finns potential för bildning av kvickleror. Det beror på den omfattande avsättningen av mäktiga glaciomarina leror med en sedimentationsregim där grövre lager med silt och sand finns inbäddade i de glaciomarina lerorna.

Östersjön

De landområden där leror avsattes i en brackmarin miljö är områden som legat under Östersjöns yta under Yoldiahavets brackmarina stadium och Littorinahavet. Tidsperiod för Yoldiahavets brackmarina period är satt till 11 300–11 000 år före nutid och som startpunkt för Littorinahavets huvudfas har 8 000 år före nutid använts. För Littorinahavet är bedömningen att det inte finns förutsättningar för bildning av kvickleror för en stor del av de områden som legat under Littorinahavets yta. Detta eftersom bedömningen är att den stratigrafiska positionen för dessa sediment, deras mäktighet, samt den sedimentationsregim som kan ge upphov till högsensitiva leror saknas här. Den lämpliga sedimentationsregimen under perioden för Littorinahavet fanns huvudsakligen i norra Sverige i anslutning till de större dalgångarna. I dessa dräneringsstråk har det skett en omfattande sedimentation i en brackmarin miljö, samtidigt som det har avsatts grövre lager av silt och sand i de finkorniga sedimenten. I många fall förekommer också att mäktiga lager av sulfidhaltiga finsediment avsatts här, vilket även det kan bidra till bildning av kvickleror.