Metodik för kartläggning av kvicklera

Samverkan mellan: Trafikverket, SGI och SGU

Huvudfinansiär: MSB 2:4 – krisberedskap

Projektperiod: 2015 – 2018

Projektgruppen:
Håkan Nordlander, Jan Ekström, TrV
Hjördis Löfroth, Jim Hedfors, Christoffer With, SGI
Lena Persson, Mehrdad Bastani, Lars Rodhe, SGU

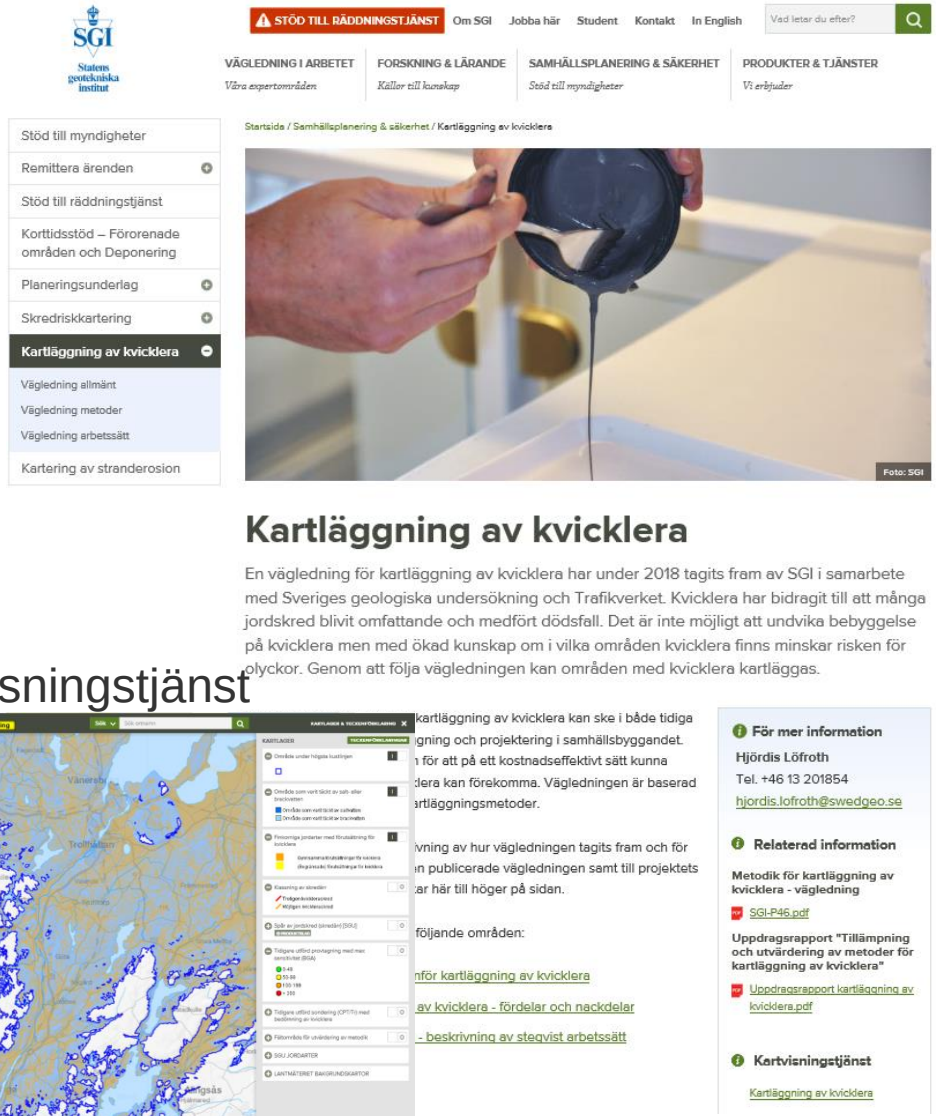
Resultat

Utvärderingsrapport



Vägledning

Översiktlig webbaserad vägledning



Kartvisningstjänst

Upplägg

Allmänt

- Om kvicklera
- Kvicklera och resistivitet

Metoder

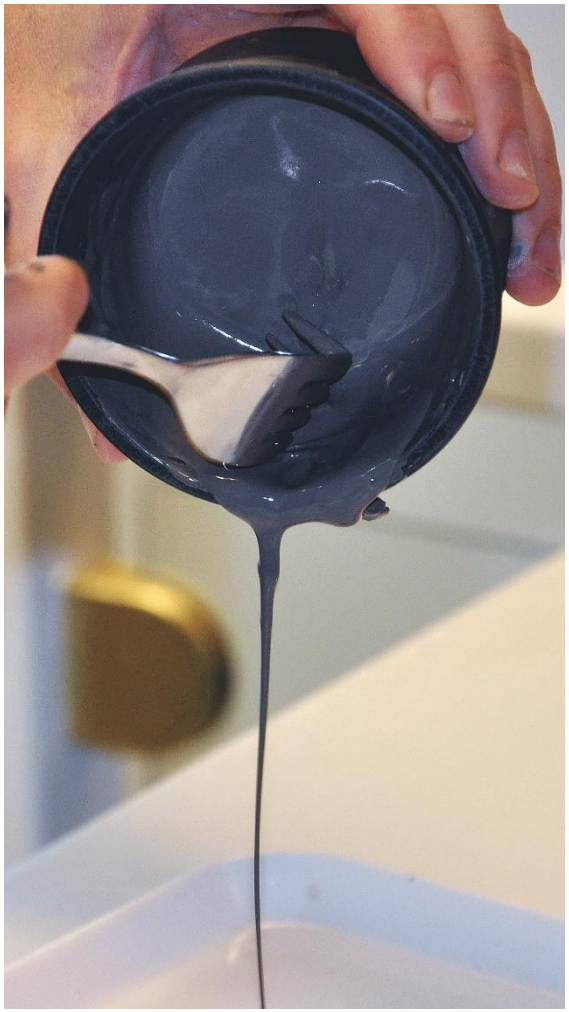
- Översiktliga geologiska, topografiska
- Geofysiska
- Geotekniska

Metodik

- Tidigt skede
- Kartvisningstjänst
- Sent skede
- Länkar

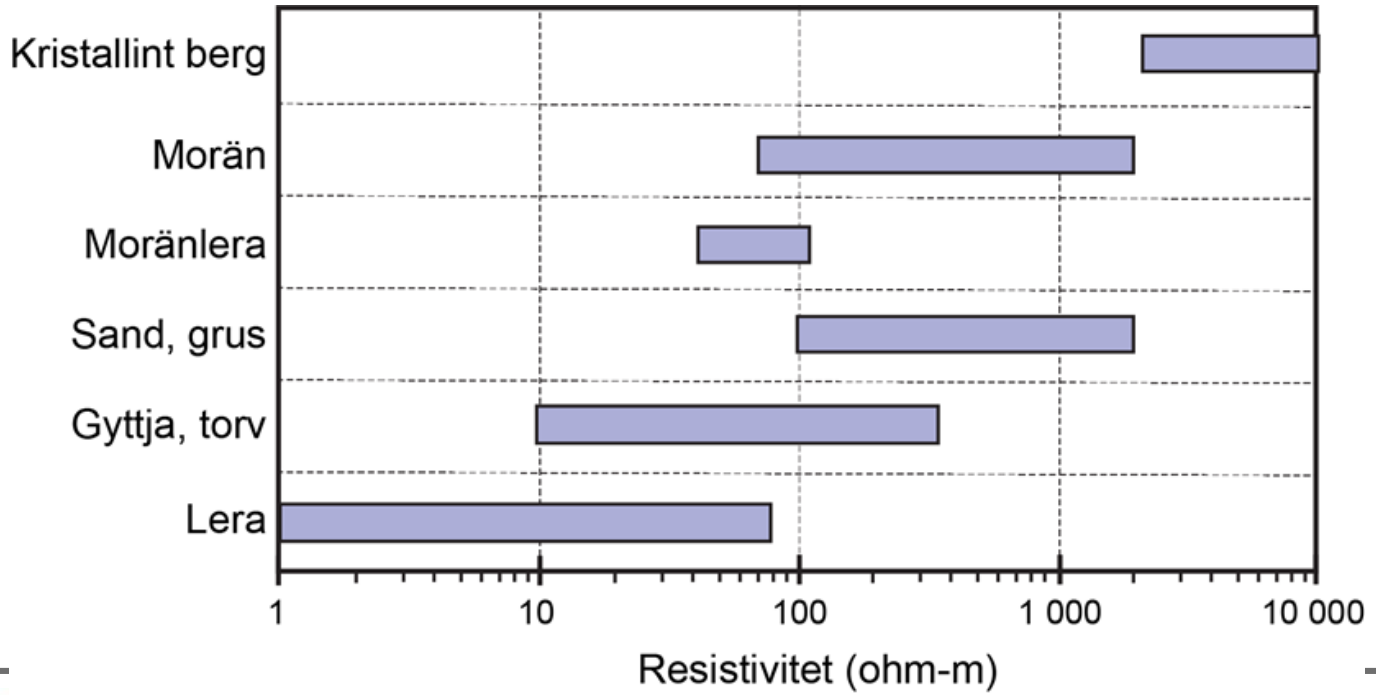
Allmänt om kvicklera

- Uppstår när saltjoner i saltvattenavsatta leror lakas ur
- Lerans fasthet ändras till flytande/rinnande vid omrörning
- Förekommer under högsta kustlinjen där sedimenten avsatts i salt eller bräckt vatten
- Definieras på basis av sensitiviteten (S_t), dvs förhållandet mellan ostörd och omrörd skjuvhållfasthet, samt omrörd skjuvhållfasthet (C_{uR})
- Initierar inte skred men skred i kvicklera kan få stor utbredning



Kvicklera och resistivitet

- Finkorniga jordars elektriska resistivitet främst beroende av jon- och saltinnehållet i porvattnet
- Urlakad lera högre elektrisk resistivitet än icke urlakad lera
- Urlakad lera behöver inte alltid vara kvick
- I denna studie: kvicklera då resistivitet >4 ohm-m



Översiktliga metoder

Bedömning av bildningsmiljö

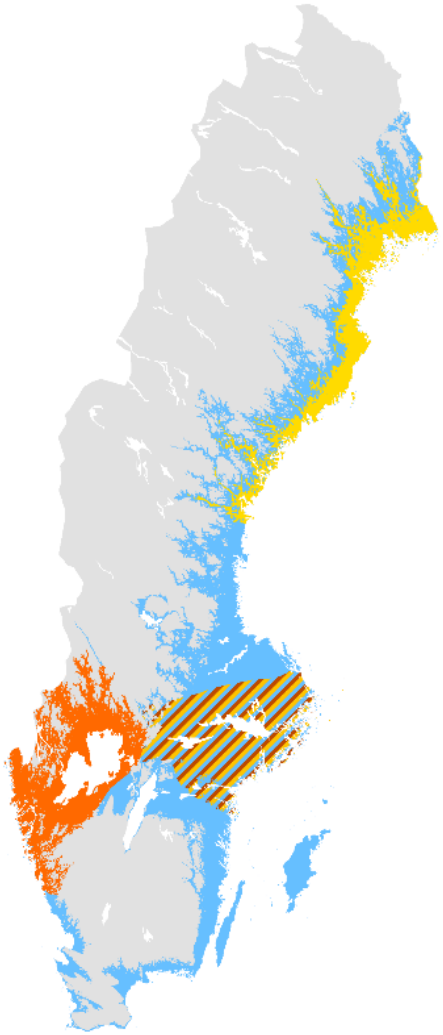
Västerhavet & Vänersänkan
Den glaciomarina avsättningsmiljön, tillsammans med den höga sedimentationshastigheten, gör att möjligheten för bildning av kvickleror är stor.

Östra Mellansverige
Omväxlande sedimentations-miljöer under brackmarina förhållanden ger vissa möjligheter till kvicklerebildning.

Övre Norrlandskusten
Sedimentationsmiljön med brackmarina förhållanden och införsel av stora sedimentmängder via de norrländska älvdalarna har gett vissa förutsättningar till kvicklerebildning.

Områden under högsta kustlinjen där förutsättning för kvicklere-bildning saknas eller är små.

Områden över högsta kustlinjen. Förutsättningar för kvicklere-bildning saknas



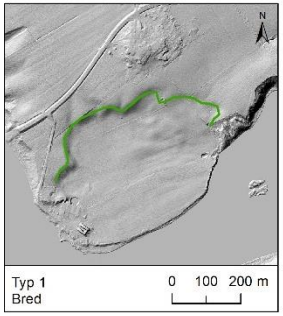
Bedömning av lokala förutsättningar

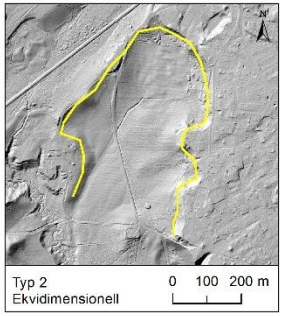
- Skredärr, form
- Vattenförande skikt
- Närhet till isälvsavlagring, morän, berg
- Små lermäktigheter
- Höjd över nuvarande havsyta
- Uppåtriktad grundvattenströmning

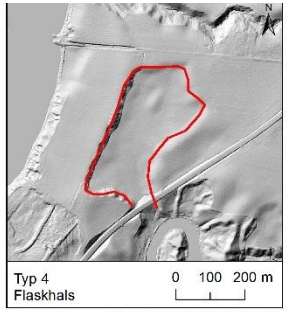
Checklista för förekomst av faktorerna

Klassning av skredärr

- Baserat på form och lutning







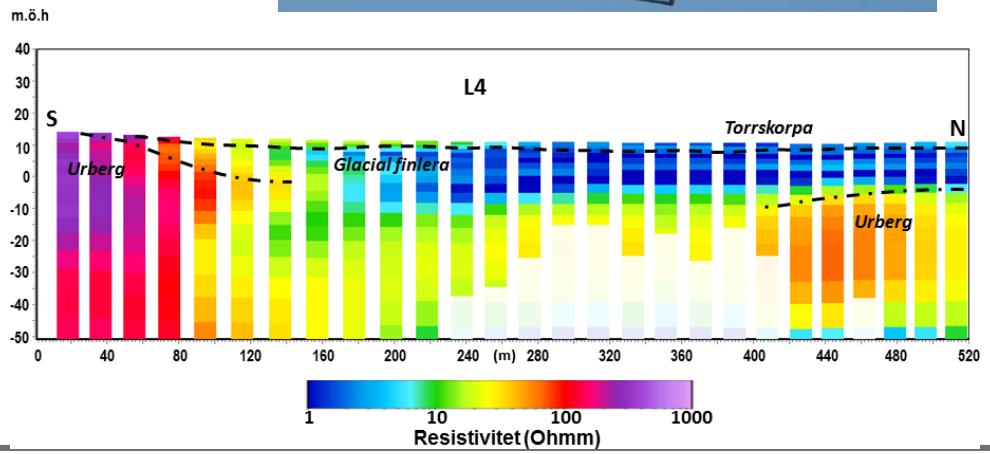
© Lantmäteriet, SGU, SGI, 2017

Geofysiska metoder

TEM – flygburen resistivitet

- Mätning på 30-50 m höjd
- Kraftig ström skickas ut i kabelslinga. Strömavslag inducerar ström i marken som orsakar ett magnetfält
- Storleken på fältet och hur snabbt det avklingar beror av markens ledningsförmåga
- Ej tillåtet att flyga över tät bebyggelse eller större vägar
- Bra upplösning. Likvärdig markmätningar





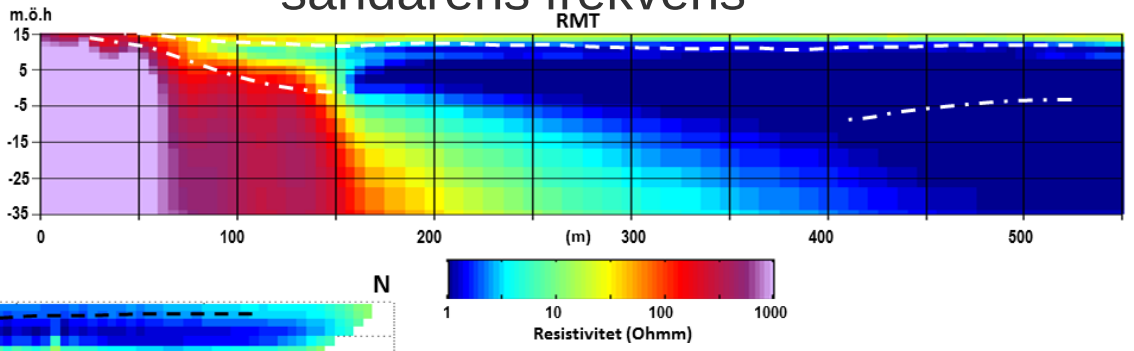
Geofysiska markmätningar

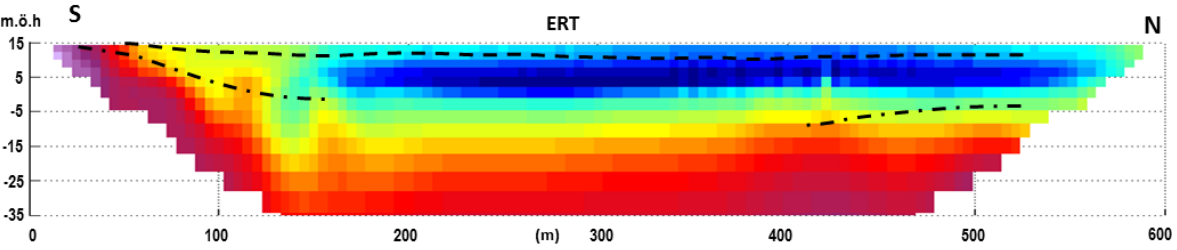
ERT

- Resistivitetsmätning
- Ström utsänds via två strömelektroder och spänning mäts vid olika punkter
- Genom att öka avståndet mellan strömelektroderna fås större djupkänning
- Lämplig vid varierande topografi o jorddjup

RMT

- Elektromagnetisk mätning
- Resistiviteten bestäms med hjälp av avlägsna radiosändare med frekvens 10 – 250 kHz
- Djupkänning beroende av markens resistivitet och sändarens frekvens



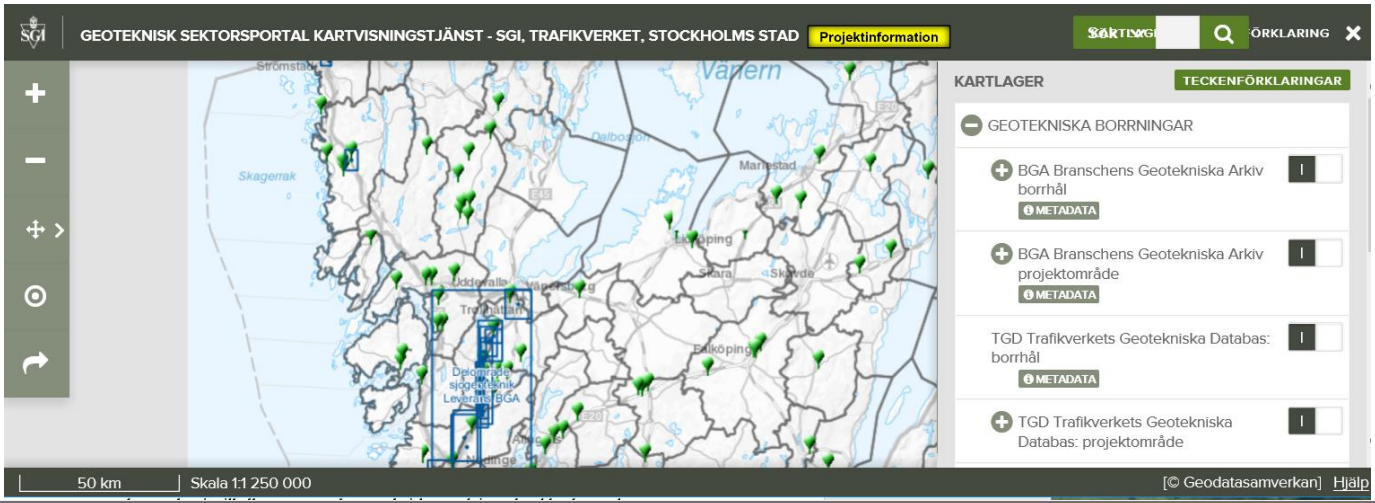


Geofysiska elektriska metoder generellt

- Antagande vid inversion (utvärdering) att resistiviteten enbart varierar i djupled, ger missvisande resistivitet i områden med stora variationer i sidled,
  - t.ex. små leromården mellan berg i dagen
- Inte möjligt återskapa starka resistivitetskontraster,
  - dvs svårt bedöma kvicklera med begränsad mäktighet nära underliggande friktionsjord/berg
- Måste alltid kompletteras med geoteknisk provtagning
- Känsliga för elektriska konstruktioner
  - TEM - Kraftledningar och andra elektriska installationer
  - ERT, RMT - existerande kablar, rör, och andra elektriskt ledande långsträckta konstruktioner

Geotekniska metoder

- Arkivsök av tidigare utförda undersökningar
  - Information från utredningar och resultat från undersökningar inom ett område
  - Tidigt skede uppfattning om kvicklera förekommer
  - Bör alltid utföras
- Geoteknisk sektorsportal
  - Nya och i vissa fall även äldre undersökningar finns digitalt: http://gis.swedgeo.se/geotekniksektorsportal/



Geoteknisk sondering

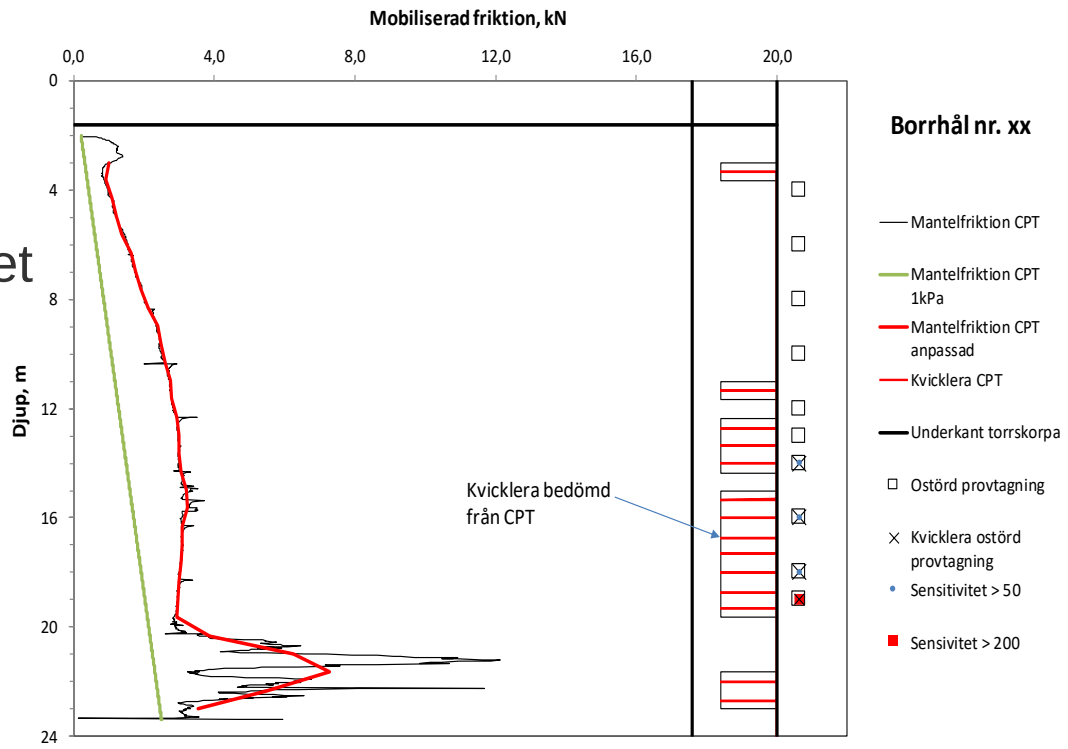
CPT, CPT-R

- Med mätning av totalt neddrivningsmotstånd, ger mantelfriktionen
- Mantelfriktion < 1kPa/m motsvarar kvicklera
- Säkraste sonderingsmetoden för bedömning av kvicklera
- Vid CPT-R fås även resistivitet

Verktyg i Excel finns på:
http://www.swedgeo.se/sv/produkter--tjanster/verktyg/program-for-kvicklera/

Trycksondering

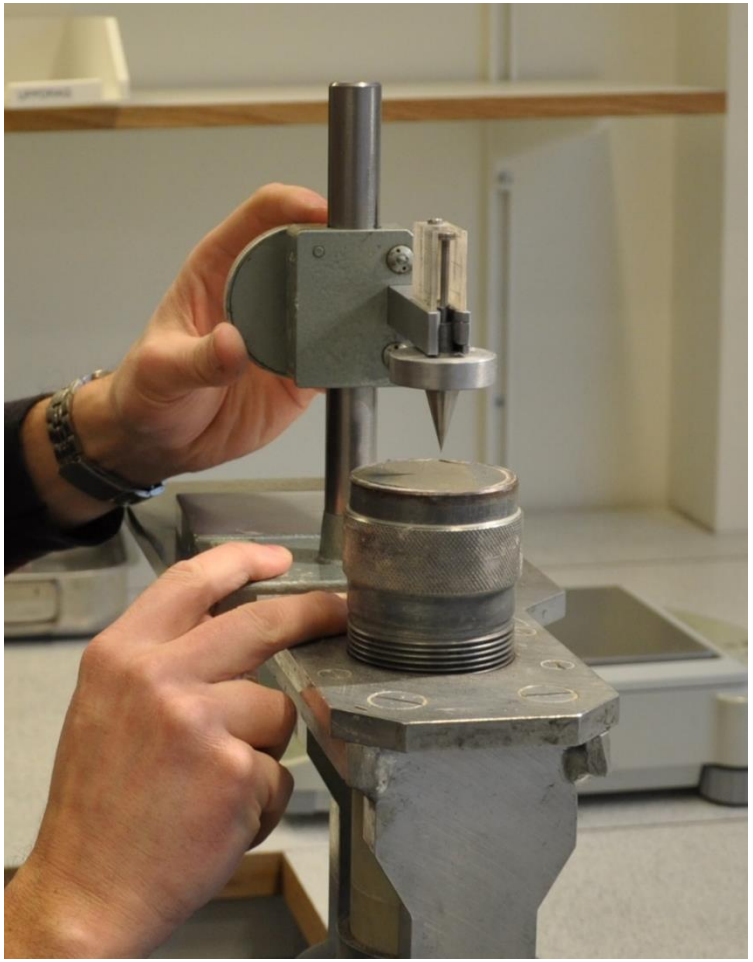
- Med mätning av totalt neddrivningsmotstånd
- Utvärdering på samma sätt
- Sämre överensstämmelse



Geoteknisk provtagning och laborationsförsök

Fallkonförsök

- Den enda metoden för bestämning av lerans sensitivitet och därmed om, och i så fall hur kvick en lera är
- Provtagning med kolvprovtagare
- Bestämning av skjuvhållfasthet på ostört och på omrört prov med fallkon
- Sensitivitet (S_t) beräknas som den ostörda skjuvhållfastheten dividerat med den omrörda (c_{uR})
- Kvicklera: S_t >50, c_{uR}<0,4 kPa
- Högsensitiv lera: S_t >30

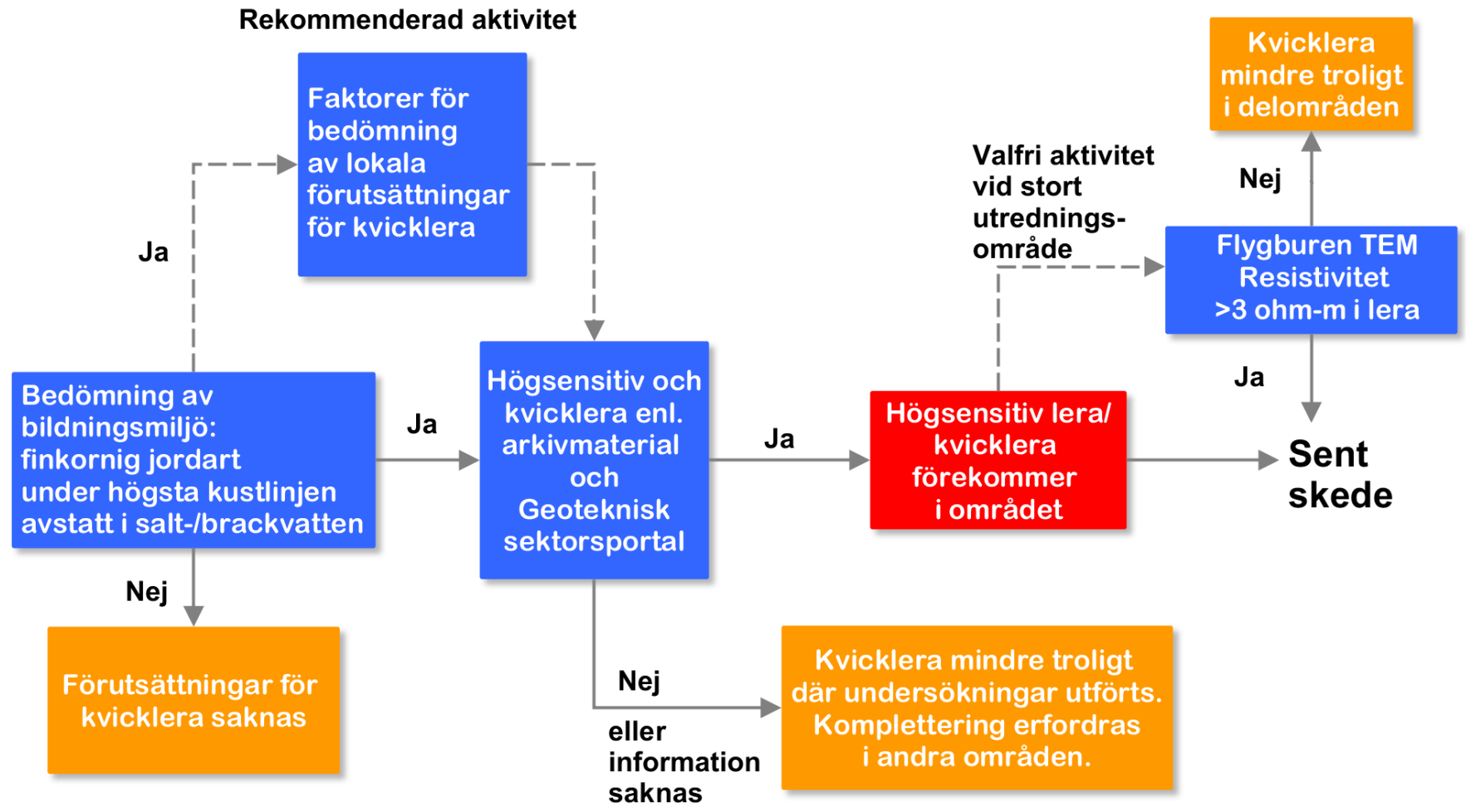


Metodik för kartläggning av kvicklera

Uppdelning i tidigt och sent planskede

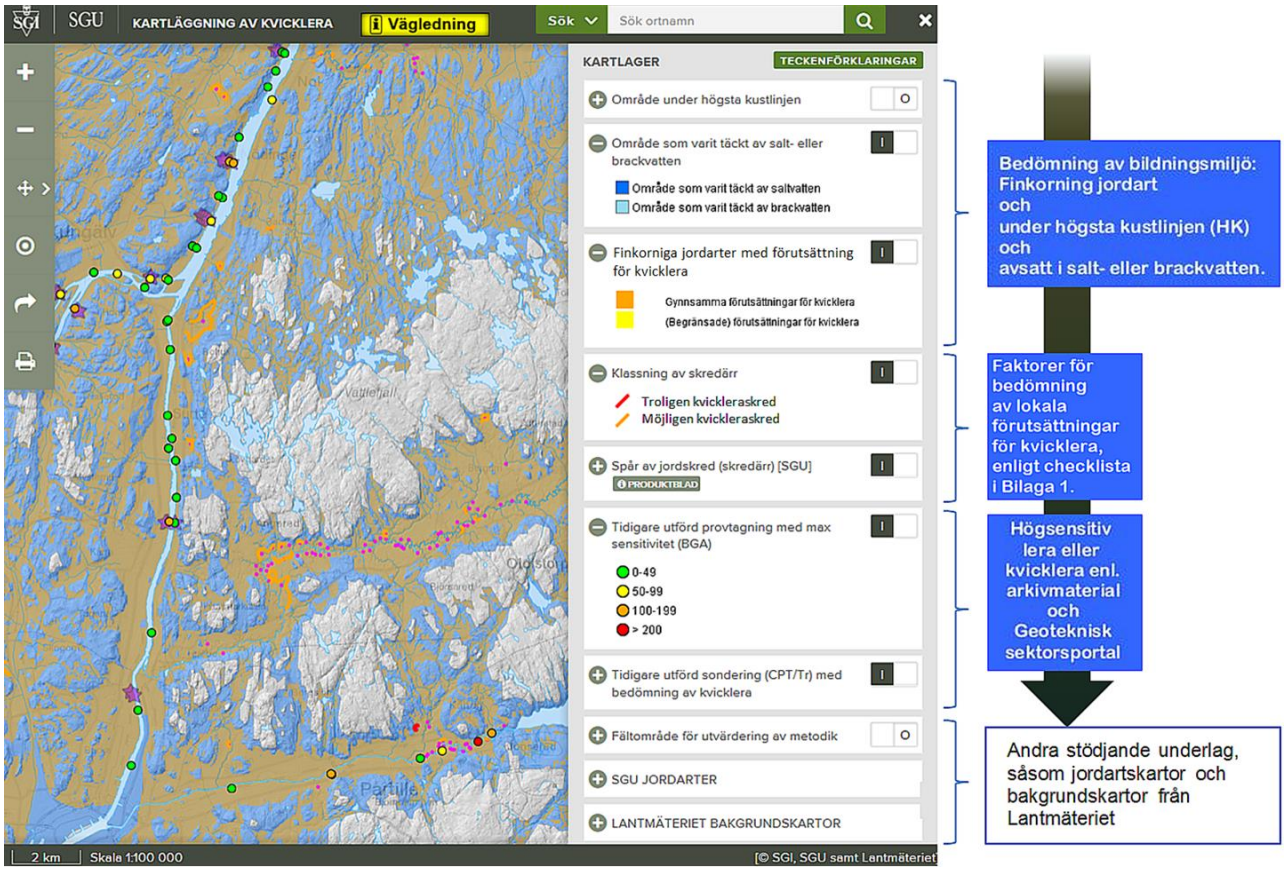
Myndighet	Skeden som beskrivs i metodik för kartläggning av kvicklera		
	Tidigt skede	Sent skede	
Trafikverket	Lokaliseringsutredning	Vägplan, järnvägsplan (huvuddelen av geo-undersökningarna utförs här)	Förfrågningsunderlag, bygghandling (mindre del av geoundersökningar utförs här)
Kommuner	Översiktsplan (ÖP), områdesbestämmelser.	Detaljplan (alltid detaljerad geoteknisk utredning)	Bygglov
MSB	Översiktlig stabilitetskartering	Detaljerad stabilitetsutredning	Fördjupad stabilitetsutredning (krav för stadsbidragsärenden)

Metodik – tidigt skede



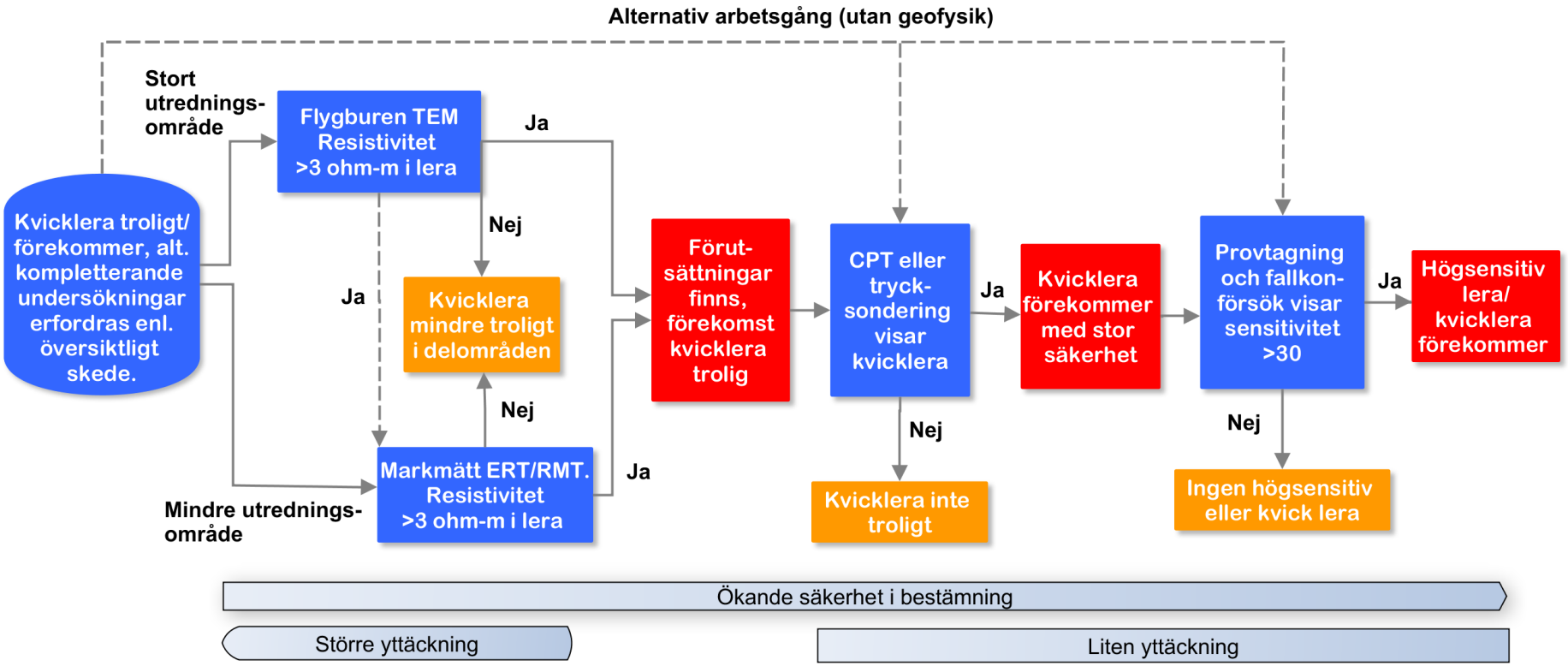
Ökande detaljeringsgrad och säkerhet i bestämning, minskande yttäckning

Tidigt skede - kartvisningstjänst



http://gis.swedgeo.se/metodik_kvicklera/#

Metodik – sent skede



Översiktlig webbaserad vägledning

På SGI:s hemsida (www.swedgeo.se)

http://www.swedgeo.se/sv/samhallsplanering--sakerhet/kartlaggning-av-kvicklera/

Vägledning

http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/sgi-publikation/sgi-p46.pdf

Utvärderingsrapport

http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/uppdragsrapporter/uppdragsrapport-kartlaggning-av-kvicklera.pdf