

# Urvalsprovet i geovetenskap

**1.6.2021 kl. 15.00-18.00**

## Läs noggrant igenom alla anvisningar

Provet består av två delar. Provet tar tre timmar. Du kan fördela tiden på de olika delarna hur du vill. Du kan fritt förflytta dig mellan de olika delarna under provets gång. Om någon del blir på hälft sparas den senaste versionen som ditt provsvar. Svara på alla delar.

Under provet får du öppna endast urvalsprovssystemet, urvalsprovssystemets kalkylator och en separat materialfil. Du kan planera dina svar och skriva egna anteckningar på konceptpapperet. Anteckningarna på konceptpapperet beaktas inte i bedömningen.

## Bedömningen av urvalsprovet

Urvalsprovet (högsta möjliga poäng totalt 30 poäng) består av två delar. Första uppgiften i urvalsprovet (uppgift 1, 10 poäng) är en gallrande uppgift, på basis av vilken de sökande rangordnas. De fyrtiofem (45) kandidater som får flest poäng i Del 1 går vidare till utvärdering i Del 2. De sökandes slutliga antagningsordning avgörs på basis av de sammanlagda poängen för de övriga uppgifterna, förutom den gallrande uppgiften (högst 20 poäng).

## Del 1, uppgift 1

Del 1 innehåller tjugo flervalsfrågor, alla med fyra svarsalternativ. Det finns bara ett rätt svar på varje fråga, de andra tre är fel. Du kan välja endast ett svarsalternativ. Svarsalternativen är i slumpmässig ordningsföljd.

Del 1 gallrar bland kandidaterna. De fyrtiofem (45) kandidater som får flest poäng i Del 1 går vidare till utvärdering i Del 2.

## Uppgift 1: flervalsfrågor

Poängsättning i uppgift 1:

Rätt svar: +0,5 poäng

Fel svar: -0,25 poäng

Obesvarad fråga: 0 poäng

### Fråga 1.1:

En atom av grundämnet X har atomnummer (Z) 54 och masstal (A) 129, en atom av grundämnet Y har atomnummer 54 och masstal 133. Vilken av följande kombinationer av påståenden är rätt?

Svarsalternativ:

- a) **En atom av grundämnet X har 54 protoner i sin kärna, en atom av grundämnet Y har 79 neutroner i sin kärna och grundämnena X och Y är samma grundämne.**
- b) Atomerna hos olika grundämnen kan ha samma atomnummer, en atom av grundämnet X har 129 nuklider och en atom av grundämnet Y har 27 neutroner i sin kärna.
- c) En atom av grundämnet X har 54 protoner och 129 nuklider i sin kärna och en atom av grundämnet Y har 27 neutroner i sin kärna.
- d) Atomer av olika grundämnen kan ha samma masstal, grundämnena X och Y är olika grundämnen och grundämnet Y har 79 neutroner i sin kärna.

### Fråga 1.2:

Tre grundämnen (10, 53 och 54) har markerats i den bifogade periodiska tabellen. Vilket av följande påståenden är sant?

1																				2	
3	4										5	6	7	8	9	10					
11	12										13	14	15	16	17	18					
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
55	56	*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86				
87	88	**	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118				

*	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
**	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

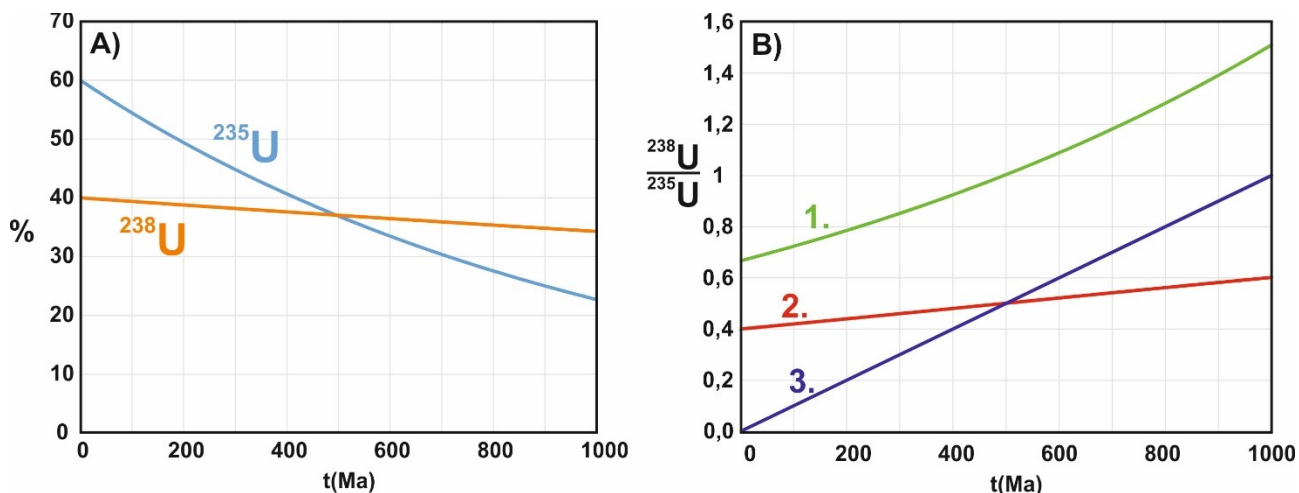
FIGUR 1.2

Svarsalternativ:

- Grundämnena 10 och 54 är kemiskt lika eftersom strukturerna hos de yttre elektronskalerna i deras atomer är lika.
- Grundämnena 53 och 54 är kemiskt lika eftersom strukturerna hos de yttre elektronskalerna i deras atomer är lika.
- Grundämnena 10, 53 och 54 är alkalimetaller.
- Grundämnena 53 och 54 är ädelgaser.

### Fråga 1.3:

Uran-238-isotopen har en halveringstid på 4500 miljoner år (Ma) och uran-235-isotopen har en halveringstid på 700 miljoner år (Ma). Figur A) nedan visar utvecklingen av isotopmängder i ett system som ett resultat av radioaktivt sönderfall av uran under en miljard år i förhållande till baslinjen (100 %). Vid baslinjen ( $t_0$ ) är uranets isotopiska sammansättning 40 % uran-238 och 60 % uran-235. Vilka av kurvorna som visas i figur B) illustrerar utvecklingen av isotopförhållandet uran-238 / uran-235 för situationen som visas i figur A)?



FIGUR 1.3.

Svarsalternativ:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) Ingen av kurvorna 1, 2 eller 3.

**Fråga 1.4:**

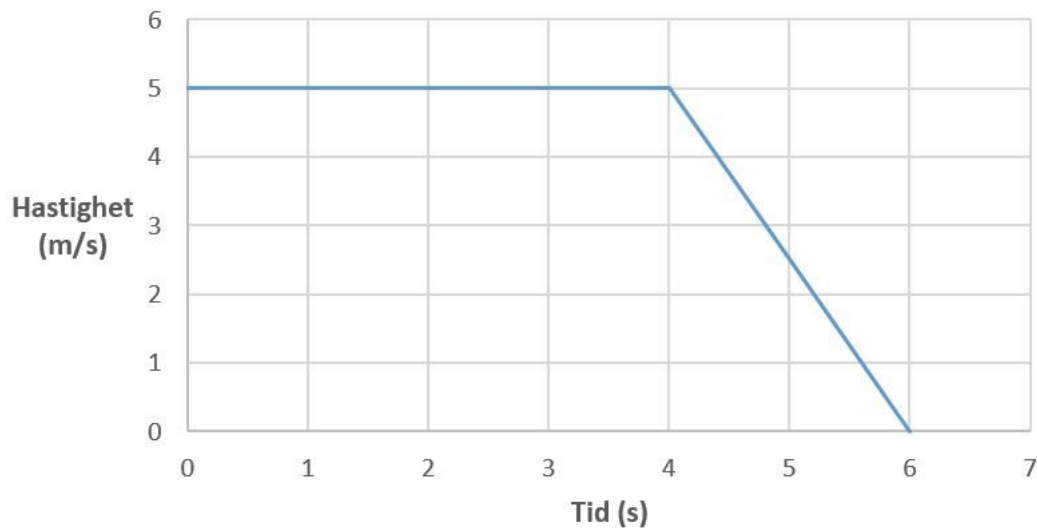
Enligt Newtons gravitationslag kan attraktionen  $F$  mellan två kroppar (A och B) beräknas med formeln  $F = G (m_A m_B) / r^2$ , där  $m_A$  = kropps massa A,  $m_B$  = kropps massa B,  $r$  = avståndet mellan kropparna A och B och  $G$  = gravitationskonstanten ( $6,67430 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{ kg}^2$ ). Vilken av följande kombinationer av variabler ger största attraktionen mellan kropparna A och B?

Svarsalternativ:

- a)  $m_A = 10 \text{ kg}$ ,  $m_B = 5 \text{ kg}$ ,  $r = 20 \text{ m}$
- b)  $m_A = 5 \text{ kg}$ ,  $m_B = 10 \text{ kg}$ ,  $r = 20 \text{ m}$
- c)  $m_A = 100 \text{ kg}$ ,  $m_B = 2,5 \text{ kg}$ ,  $r = 25 \text{ m}$
- d)  $m_A = 10 \text{ kg}$ ,  $m_B = 5 \text{ kg}$ ,  $r = 10 \text{ m}$

**Fråga 1.5:**

Figuren nedan visar hastigheten ( $v$ ) för kropp A som en funktion av tiden ( $t$ ). Hur långt rör sig punkt A ( $x$ )?



FIGUR 1.5.

Svarsalternativ:

- a)  $x = 25$  m
- b)  $x = 30$  m
- c)  $x = 100$  m
- d)  $x = 250$  m

**Fråga 1.6.:**

Kontinentala områden började täckas med skogsvegetation för cirka 350 miljoner år sedan (Ma). En effekt av spridningen av skogsvegetation är en förändring i jordens albedo. Kalmark har albedo 0,4 och skog 0,15. Anta att havet täcker 70 % av landareaalen (albedo 0,1) och att kontinenterna täcker övriga 30 %. Välj det påstående som är sant.

Svarsalternativ:

- a) **Solstrålningen som absorberas av jorden ökade med cirka 7 % under den paleozoiska eran, för cirka 350 miljoner år sedan.**
- b) Solstrålningen som absorberas av jorden ökade med cirka 30 % under Kambrium, för cirka 350 miljon år sedan.

- c) Solstrålningen som absorberas av jorden minskade med cirka 13 % under Neogenperioden, för cirka 350 miljon år sedan.
- d) Solstrålningen som absorberas av jorden minskade med cirka 24% under den tidiga Proterozoiska eonen, för cirka 350 miljon år sedan.

**Fråga 1.7:**

Vilken av följande komponenter i vår atmosfär har mest betydelse för förändringar i vädret?

Svarsalternativ:

- a) Syre, eftersom växter släpper ut det under fotosyntes. Syre binder också UV-strålning i stratosfären och värmer därmed atmosfären.
- b) Kväve, eftersom det kombineras med syre i åskväder för att bilda kväveoxid eller kvävemonoxid.
- c) Vattenånga, eftersom den förångas från haven och kondenseras i atmosfären och därmed överför värme mellan olika breddgrader.**
- d) Koldioxid, som i egenskap av växthusgas har en uppenbar global uppvärmningseffekt.

**Fråga 1.8:**

Välj det av följande påståenden som stämmer.

Svarsalternativ:

- a) Vittring är den viktigaste erosionskraften på jorden.
- b) Blockterräng är en signifikant erosionsbildning.
- c) Stalaktitgrottorna och karstlandskap i kalkstenområdena representerar slutprodukter av fysisk vittring.
- d) Svaga syror i vatten, såsom kolsyra, är viktiga faktorer vid kemisk vittring.**

**Fråga 1.9:**

Strömmande vatten bearbetar ständigt jordens yta. Flödet börjar vanligtvis som ett ytflöde, men mycket snabbt avleds vattnet i bäckar och floder. En flods kompetens anger hur stora/tunga partiklar den kan bära i suspension. Kompetensen beror av strömmens

hastighet. En flods förmåga att erodera sin bädd beror också på strömmens hastighet, men dessutom på bäddens kornstorlek.

Tabellen nedan visar en förenklad klassificeringen av kornstorlek för jordarterna och diagrammet visar två kurvor:

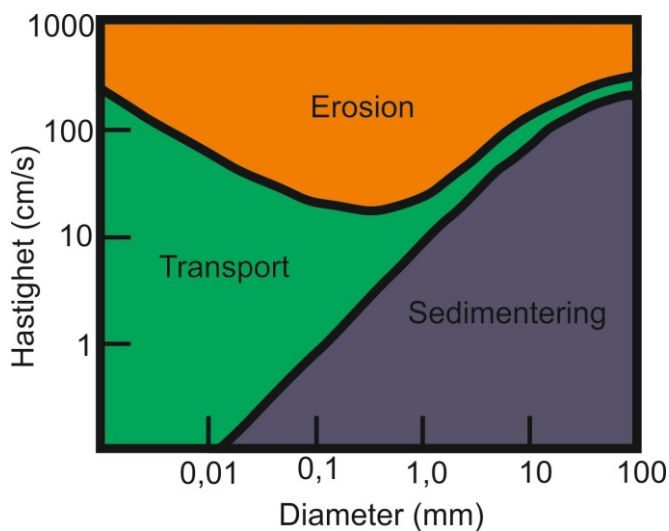
(a) den övre kurvan visar den lägsta flödes hastigheten för att strömmen skall kunna erodera sediment med ifrågavarande kornstorlek från flodens botten.

(b) den nedre kurvan beskriver den lägsta flödes hastigheten för att kornstorleken i fråga skall förbli i suspension i flödet.

X-axeln anger sedimentets kornstorlek.

TABELL 1.9

Jordart	Medeldiameter för kornstorlek, d (mm)
ler	$d < 0,002$ mm
silt	$d 0,002-0,063$ mm
sand	$d 0,063-2$ mm
grus	$d > 2$ mm
morän	osorterade



FIGUR 1.9

Använd informationen i tabellen och diagrammet och välj det av följande påståenden som inte stämmer.

Svarsalternativ:

- a) **Både sedimentation och erosion av grus kräver hög flödes hastighet.**
- b) När flödes hastigheten ökar lösgörs sand och sandigt grus och stiger upp i suspension tidigare än den finkorniga leran.
- c) Fin sand är den mest erosionsbenägna jordarten i rinnande vatten. På grund av detta är den ovanlig i skikt som bildats av rinnande vatten. Sand förekommer emellertid rikligt i avlagringar som bildats när flödes hastigheten har sjunkit snabbt, till exempel på flodslätter.
- d) Lera avlagras inte av rinnande vatten.

### Fråga 1.10:

En seismometer vid seismiska stationen i Hetta (Enontekis) som upprätthålls av Institutet för seismologi vid Helsingfors universitet registrerade en jordbävning i oktober 2020 (bild nedan). När en jordbävning inträffar i jordskorpan sprids flera typer av seismiska vågor från jordbävningens plats. Vågrörelser kan delas in i så kallade längsgående vågor (P-vågor), tvärgående vågor (S-vågor) och ytvågor. Förändringar i kompressibilitet och volym sker i den längsgående vågen i vågens utbredningsriktning och i de tvärgående vågorna vinkelrätt mot utbredningsriktningen. Vågutbrednings hastigheten beror på mediets egenskaper; P-våghastigheten ( $V_P$ ) är vanligtvis 5–8 km/s och S-våghastigheten ( $V_S$ ) är 3,5–4,5 km/s. Vågen bryts och reflekteras om densiteten eller viskositeten hos mediet ändras tydligt. P-vågen (primär) kommer först vid registreringsplatsen, följd av S-vågen (sekundär) och till sist ytvågorna.

Jordbävningens avstånd från registreringsplatsen kan bestämmas med hjälp av P- och S-vågorna. I praktiken används tabellvärden för seismiska hastigheter för positionering. Platsen för en jordbävning kan bestämmas om avståndet från tre mätpunkter är känt.

Så här bestämmer du jordbävningens avstånd från observationsplatsen:

$x$  = avståndet mellan jordbävningen och mätpunkten (km)

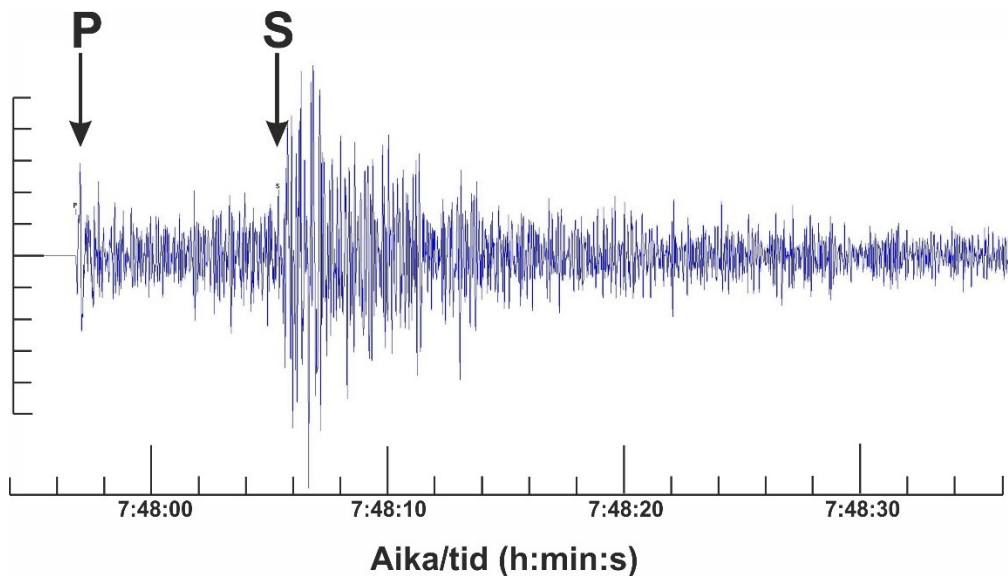
P-vågens färdtid  $t_P = x/V_P$  (s)

S-vågens färdtid  $t_S = x/V_S$  (s)



Skillnaden mellan P- och S-vågornas färdtider:

$$\Delta T = t_S - t_P = x/V_S - x/V_P = x (1/V_S - 1/V_P) \text{ (s)}$$



FIGUR 1.10

Var inträffade jordbävningen (antag en P-våghastighet på 6,5 km/s och en S-våghastighet på 4,0 km/s)?

Svarsalternativ:

- a) På Japans östkust eller vid San Andreasförkastningen i västra USA.
- b) I Algeriet, nära staden Magra.
- c) I Enontekis i Finland.**
- d) I Perugia i centrala Italien.

**Fråga 1.11:**

Hurudana var de äldsta kända organismerna på jorden?

Svarsalternativ:

- a) Alger som levde i världshaven.
- b) Bakterier utan cellkärna.**
- c) Leddjur som levde i världshaven.
- d) Landlevande encelliga svampdjur.

**Fråga 1.12:**

Vad betyder den "Kambriska explosionen"?

Svarsalternativ:

- a) En stor meteoritkollision under Kambrium.
- b) En snabb ökning av livets mångfald under slutfasen av livets tidiga utveckling.**
- c) Uppkomsten av en syreatmosfär på jorden.
- d) Livets spridning från haven till kontinenterna.

**Fråga 1.13:**

Vilket av följande påståenden är sant?

Svarsalternativ:

- a) Jorden är ungefär 4600 miljoner år gammal.**
- b) Du föddes under den Mesozoiska eran.
- c) Reptiler styrde världen i slutet av Kenozoiska eran.
- d) Prekambriums marina avlagringar kännetecknas av fossil av ryggradslösa djur.

**Fråga 1.14:**

Hur utvecklades den moderna människan?

Svarsalternativ:

- a) Genom evolution från neandertalmänniskan
- b) Först i Europa och spreds därifrån till Afrika.
- c) Utvecklingen började i Afrika i populationer av tidiga människor där.**
- d) Efter ett massutdöende för 65 000 år sedan.

**Fråga 1.15:**

Hur började fåglarnas evolution?

Svarsalternativ:

- a) Då frambenen på däggdjur utvecklades till vingar.
- b) När djuren blev växelvarma.
- c) Från små trädlevande dinosaurier.**
- d) Som ett resultat av massutdöende.

**Fråga 1.16:**

Atmosfärens koldioxidkoncentration på Mauna Loa, Hawaii var 317 ppm (delar per miljon) år 1960 och 415 ppm år 2021. Med hur många procent ökade koldioxidkoncentrationen från 1960 till 2021?

Svarsalternativ:

- a) 40 %
- b) 31 %**
- c) 24 %
- d) 7 %

**Fråga 1.17:**

Mätdata för atmosfärens CO<sub>2</sub>-koncentrationer (årligt genomsnitt) och årlig koncentrationsökning på Mauna Loa, Hawaii visas i tabellen nedan.

TABELL 1.17.

År	Årlig genomsnittlig CO <sub>2</sub> -koncentration, ppm	Årlig CO <sub>2</sub> -koncentrationsökning, ppm
2011	391,85	1,92
2012	394,06	2,65
2013	396,74	1,99
2014	398,87	2,22
2015	401,01	2,90
2016	404,41	3,03
2017	406,76	1,92
2018	408,72	2,88
2019	411,66	2,48

Vilket av följande kan utläsas ur mätdatat?

Svarsalternativ:

- a) Mängden koldioxid i atmosfären ökar inte ständigt.
- b) Det finns ingen årlig global variation i ökningen av koldioxidkoncentrationen.
- c) Ökningen av koldioxid har fortsatt trots åtgärder för att begränsa utsläppen.**
- d) Mängden koldioxid minskar mellan några år.

**Fråga 1.18:**

Vad kännetecknar en rullstensås?

Svarsalternativ:

- a) Lager sorterade av vatten.**
- b) Den grova ytan hos grovkornigt material som grus.
- c) Ett moräntäcke över en under inlandsisen bildad ås.
- d) Avlånga ryggar, ofta avlagrade bakom en kärna av berg.

**Fråga 1.19:**

Vilket av följande påståenden är sant?

Svarsalternativ:

- a) **Det har alltid funnits istidsperioder i jordens geologiska historia.**
- b) Uppkomsten av istider påverkas inte av förändringar i jordens bana utan av solens egen aktivitet.
- c) Tecken på istider är bl.a. rundhällar, rullstensåsar och restberg.
- d) Istidens inlandsis skapade jättegrytor vid sin rand.

**Fråga 1.20:**

Vilket av följande påståenden är sant?

Svarsalternativ:

- a) Vittring sker i öknarna som kemisk vittring på grund av stora temperaturskillnader.
- b) **Vittringen kan vara kemisk eller fysikalisk eller en kombination av dem.**
- c) Kemisk vittring ger upphov till karstlanskap även på slitstark kristallin berggrund.
- d) Fysisk vittring är snabbast djupare under jordytan.

## **Del 2, uppgift 2**

Bekanta dig med materialet i den bifogade PDF-filen och svara på frågorna i Del 2.

Poängsättning:

Uppgift 2.A (max. 5 poäng)

Uppgift 2.B (max. 5 poäng)

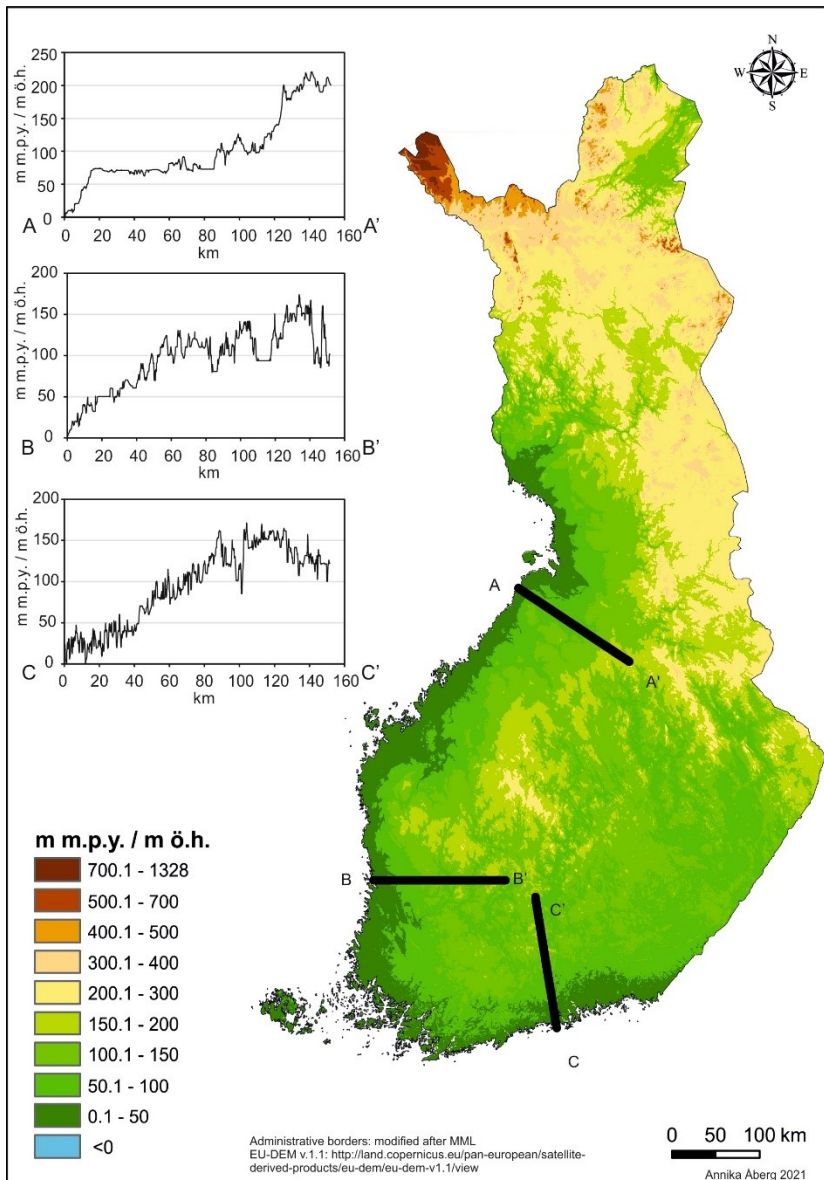
## Uppgift 2.A

Figuren nedan visar Finlands höjdzoner och tre separata höjdprofiler.

På vilket avstånd från den nuvarande strandlinjen i varje höjdprofilregion (A, B och C) är sura sulfatjordar sannolika? Motivera ditt svar. (3 p)

Varför är sura sulfatjordar ett stort problem särskilt på Finlands västkust? Motivera ditt svar. (2 p)

(Maximal längd på svaret 2000 tecken)



FIGUR 2A.

## **Uppgift 2.B**

Reflektera över den miljöpåverkan som utdikningen av åkrar kan ha på vattendrag i riskområdena för sura sulfatjordar. Berätta också hur dessa miljöeffekter kan förebyggas eller åtgärdas.

(Maximal längd på svaret 2000 tecken)



## **Del 2, uppgift 3**

Bekanta dig med materialet i den bifogade PDF-filen och svara på frågorna i Del 2.

Poängsättning:

Uppgift 3.A (max. 3 poäng)

Uppgift 3.B (max. 7 poäng)

### **Uppgift 3.A**

Figuren nedan visar en profil av sur sulfatjord bildad i åkermark som ett resultat av dränering av svavelhaltiga jordskikt.

Ange till närmaste fem cm a) grundvattennivån, b) den övre och nedre ytan av den äkta sura sulfatjorden och c) den övre och nedre ytan av den potentiella sura sulfatjorden.

Motivera ditt svar kort.

(Maximal längd på svaret 2000 tecken.)



FIGUR 3.A.

Markku Yli-Halla

### Uppgift 3.B

Baserat på värdena i tabellen nedan, identifiera och namnge två områden A och B där risken för syrabelastning kan bedömas som högst sannolik och ett område C där den potentiella belastningsrisken kan bedömas som måttlig. Beräkna behovet av kalkning med kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ;  $M = 100 \text{ g/mol}$ ) som neutraliserande massa för områdena A, B och C. Antag att marken som skall neutraliseras har en densitet  $\rho = 1 \text{ ton/m}^3$  och att tjockleken på det sura sulfatjordsskiktet är 1 m. Identifiera och namnge dessutom ett område D som inte uppfyller kriterierna på sur sulfatjord och inte utgör risk för syrabelastning. Motivera kort ditt val A till D.

(Maximal längd på svaret 2000 tecken)

TABELL 3B.

<b>Sedimentets aciditet och pH efter inkubation</b>				
<b>Område</b>	<b>Antal profilen</b>	<b>pH (vk 16), median</b>	<b>Aciditet, mmol/kg</b>	<b>Svavelhalt, median %</b>
Arpela	4	2,6	481	1,17
Järvineva	3	2,3	251	1,14
Karjoneva	4	2,5	178	0,79
Suksiaapa	3	3,2	155	0,55
Leväjänkkä	2	3,6	48	0,53
Jakosuo	5	3,4	11	0,03
Kuurnasuo	4	4,6	15	0,12
Hangassuo	5	3,0	226	0,67
Hautasuo	7	3,5	50	0,1
Hakasuo	7	3,1	60	0,09
Märssynneva	3	3,4	20	0,11
Kuuhkamonneva	4	3,2	54	0,18
Puuroneva	5	2,8	61	0,15
Laukkuvuoma	5	3,5	53	0,17
Ahmaneva	2	3,5	19	0,03
Heinineva	3	3,4	29	0,07

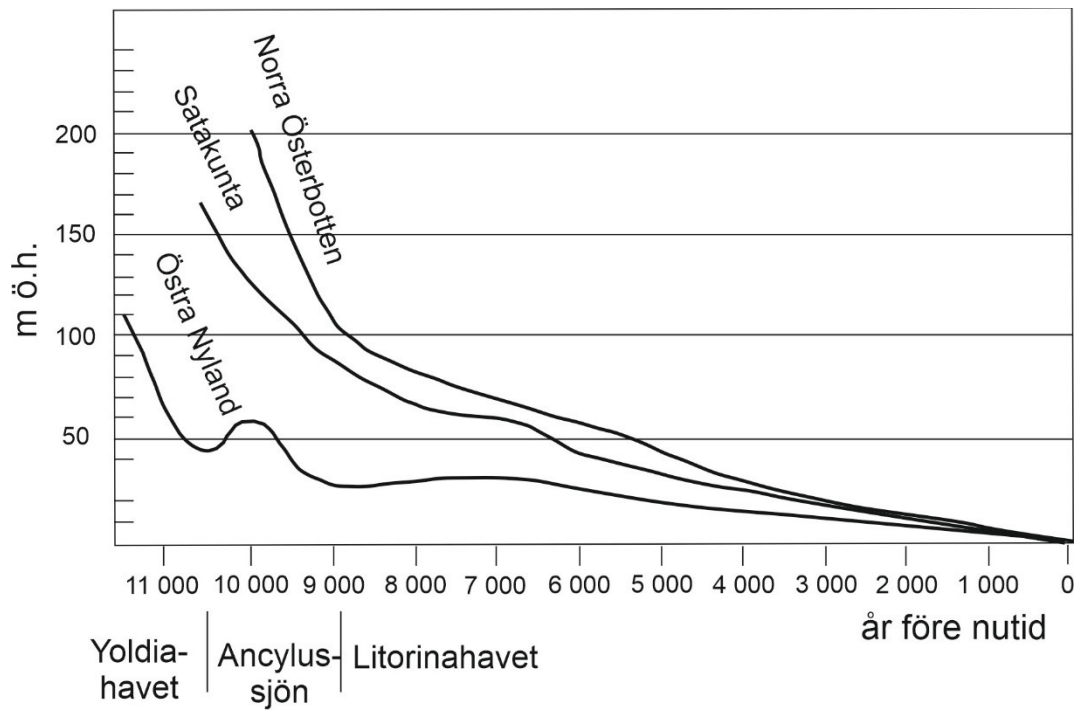
Källa: Suomen ympäristökeskus

# Material

Det här materialet ingick i provet som ett separat PDF-dokument. En del uppgifter besvarades på basis av materialet.

## Stadier av Östersjön

Under den senaste glaciationen orsakade vikten av den skandinaviska inlandsisen att jordskorpan sjönk. När isen smälter återhämtar sig jordskorpan långsamt, vilket kallas glacioisostatisk justering. I Finland har landhöjningen varit och är fortfarande störst i området kring Kvarken och Bottenhavet. Samtidigt med landhöjningen strömmade betydande mängder smältvatten från den smältande inlandsisen och världshavets yta steg. Tillsammans har alla dessa faktorer påverkat det nuvarande Östersjöbäckens historia (figur 1). Då inlandsisens kant låg vid Salpausselkä låg södra Finland under den glaciala Baltiska issjön. När inlandsisen fortsatte att smälta och medeltemperaturen steg öppnades en havsförbindelse genom centrala Sverige till Atlanten och Yoldiahavet föddes. Halten av organiskt material i sedimenten i Baltiska issjön och Yoldiahavet är mycket låg. När landet fortsatte att stiga förlorades havsförbindelsen och mycket av södra och västra Finland låg under Ancylussjöns sötvatten. Temperaturen hade redan stigit markant från den glaciala och vegetationen spreds småningom över det nyligen exponerade landet. Halten av organiskt material i Ancylussjöns sediment är redan klart högre än i sedimenten från de tidigare faserna av Östersjöns historia. Emellertid strömmade det sista smältvattnet från inlandsisen fortfarande till Ancylussjön och eftersom skogarna bara hade börjat sprida sig över Finland kom bara en begränsad mängd organiskt material att strömma in i vattendragen. I sedimenten från Ancylussjön finns ställvis mörka ränder. När världshavets nivå fortsatte att stiga återupprättades en havsförbindelse genom Danmark. Detta skede kallas Littorinahavet. Littorinahavet blev till den nuvarande Östersjön när landet fortsättningsvis steg. Under Littorinafasen har Finlands område efter glacialen upplevt en värmetopp, under vilken vegetationen spred sig kraftigt och vegetationszonerna var klart förskjutna mot norr jämfört med de nuvarande.



**Figur 1.** Figuren visar tre strandförskjutningskurvor: från norra Österbotten, Satakunta och Östra Nyland. strandförskjutningskurvan beskriver höjden (m.ö.h.) vid vilken den forntida strandlinjen befinner sig på samma område idag. Enligt Taipale och Saarnisto 1991.

## Sura sulfatjordar och miljörisker förorsakade av dem

Kraftig avrinning av näringsämnen (särskilt fosfor och kväve) orsakar övergödning av vattnet i såväl Östersjön som i insjöarna. Östersjön är naturligt eutrofisk på grund av sitt låga vattendjup, sin form, sin ringa vattenvolym och sin långsamma vattenomsättning. Eutrofieringen ökar mängden alger i vattnet, vilket förbrukar en stor del av syret i vattnet och leder till syrebrist. Syrebrist är inte bara ett problem i Östersjöns djupaste områden utan förekommer också i skärgården på 10 till 30 meters djup och till och med i mycket grunda vikar.

Människan har ökat transporten av näringsämnen till vattendrag genom utsläpp från jord- och skogsbruk, industri och kommunalt avloppsvatten. Syrebrist kan också förekomma naturligt i vattendrag. Naturligt förekommer syrebrist i djup där vattnet inte byts ut och på grunt vatten där den årliga mängden begravt organiskt material är hög. Gynnsamma förhållanden för en sådan naturlig anaerob botten är i skyddade grunda kustområden, som är långvariga växtplatser för exempelvis vass.

Under anaeroba förhållanden ökar bakterier som använder sulfat istället för syre för andningen. Dessa bakterier reducerar sulfat vidare till sulfid, som främst förekommer i bottensediment i vattendrag i form av järnsulfid ( $\text{FeS}$  och/eller  $\text{FeS}_2$ ). Sediment som innehåller järnsulfid avsatt på botten av en anaerob vattenmassa kallas sulfidlera eller sulfidslam. Om anoxin inte är ett permanent tillstånd utan bara förekommer ibland syns detta i sedimentet som mörka sulfidränder. Förekomst av sådant sulfidslam vittnar om lokal syrebrist vid tiden för sedimentets uppkomst.

Om sediment som bildas i en syrefri miljö exponeras för luft/syre (t.ex. som ett resultat av landhöjning, dränering eller förändringar i grundvattnets nivå) bildas svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) av järnsulfid genom reaktion med syre och vatten. Svavelsyran löser upp skadliga metaller (t.ex. Ni, Cd, Co, Cu, U, Zn) i sin omgivning. Vatten anrikat med sura metaller hamnar i vattendragen och orsakar fiskdöd och andra ekologiska risker där, förhindrar jordbruk på en del av arealen och påverkar korrosionsbeständigheten hos byggnadselement som eventuellt kommer att uppföras på området.

Svavelhaltiga sediment deponeras vanligtvis på havsbotten. Deras avlagring började under det forntida Littorinahavets tid för 9000 år sedan och pågår fortfarande idag. I Finland förekommer de huvudsakligen i sediment som avlagrats under Littorinahavets tidiga fas (för 8500–4500 år sedan), då den genomsnittliga sommartemperaturen var ungefär två grader högre än den nuvarande.

De mest typiska depositionsområdena för sulfidhaltiga sediment är havsbottens sedimentationsområden, flodmynningar och grunda havsvikar:

- kraftig biologisk produktion leder till eutrofiering av vatten
- anoxisk havsbotten och anaerobiska mikrobers aktivitet
- sulfater i vattnet reduceras till sulfider
- sulfiderna reagerar med järn och bildar järnsulfider
- järnsulfiderna fälls ut i sedimenten och sulfidlera bildas.

Med **sur sulfatjord** avses mark med sulfidsvavelhalt (vanligtvis  $S > 0,2\%$ ) där pH har sjunkit till  $< 4$  som en följd av oxidation av sulfider. Det icke-oxiderade sulfidskiktet under grundvattennivån orsakar inte miljöskador utan förblir oförändrat med ett pH som allmänhet ligger på 6–7.

Det viktigaste särdraget med **äkta sur sulfatjord** är ett jordskikt som försuras till följd av sulfidoxidation. pH i detta jordskikt är  $< 4$ , till och med  $< 3$ . I avlagringen finns också röda eller orange-bruna järnprecipitat (järn- och aluminiumsulfater som schwertmannit och i synnerhet ljusgul jarosit).

**Potentiell sur sulfatjord** avser jord med sulfidsvavelhaltigt material som kan omvandlas till verklig sur sulfatjord genom oxidering av sulfider. Den potentiella sura sulfatjorden ligger i syrefritt tillstånd under grundvattennivån och består vanligtvis av gyttjehaltig lera eller silt. Jordens färg är ofta svart, blåsvart eller mörkgrå, eftersom den förutom svavel i form av pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) även innehåller svavel i form av en monosulfid ( $\text{FeS}$ ). Det sulfidsvavelhaltiga materialet kan förbli i jorden i syrefritt tillstånd under grundvattennivån men också oxideras och försuras när grundvattennivån sjunker, till exempel som ett resultat av dränering.

Att kartlägga förekomsten av och egenskaperna hos sulfatjordar är viktigt då man vill förebygga skador förorsakade av dem, särskilt i områden med intensiv markanvändning, såsom vid de Österbottniska kuststäderna och åkerbruks- och torvproduktionsområdena där. Följande forskningsmetoder används vid riskbedömningen av sura sulfatjordar: jordens (och dikesvattnets) pH uppmätt i terrängen, sedimentets färg, lukt och totala svavelhalt ( $_{\text{tot}}S$ ) bestämd i laboratorium, pH-inkubationsvärde och på basen av detta beräknad aciditet.

De viktigaste kriterierna på sura sulfatjordar är:

- Jordens pH är vanligtvis  $> 6,0$  och minskar under inkubation till  $< 4$ .
- Färgen är (på grund av järnsulfider) svart eller mörkgrå, särskilt i finkorniga jordar. I grovkorniga lager är närvaron av sulfider ofta svår att bedöma på basen av färg.
- Svavlet förekommer i sulfidform ( $\text{FeS}$  och/eller  $\text{FeS}_2$ ).
- Lukten av svavel är ofta tydligt märkbar.
- Finkornig jord och gyttja har i allmänhet högre svavelhalt ( $> 0,2\%$ ) än grovkornig jord, där svavelhalten kan vara så låg som  $0,01\%$ .

## **Svavelhalt och pH-inkubation**

Den viktigaste enskilda analysen av prover i studier av sura sulfatjordar är pH-inkubation, som möjliggör identifiering av sulfatjord och bedömning och förutsägelse av markens försurning (Creeper et al. 2012). Inkubationen motsvarar mer eller mindre förändringen i pH i jorden under oxidation, med hänsyn till jordens naturliga bufferkapacitet. Inkubation kan dock inte användas för att uppskatta graden av syrabelastning direkt från marken.

Vid inkubation får jordprover oxideras i rumsluft i 9 till 19 veckor. Inkubation kan göras i löst förseglade plastpåsar eller plastlådor. Under inkubationen bör proverna hållas "naturligt fuktiga" genom tillsättande av avjoniserat vatten vid behov. Provets pH mäts i utgångsläget och efter oxidationsperioden. Inkubationens längd är antingen: (i) tills pH är <4 och en minskning på minst 0,5 enheter jämfört med pH uppmätt i fält har inträffat, och/eller (ii) tills pH (<4) stabiliseras efter minst nio veckor och högst 19 veckor.

Sulfidhaltiga grovkorniga jordar (silt och sand) och moränjordar med mindre än 0,2 % svavel orsakar sannolikt relativt liten belastning i det mottagande vattendraget om pH vid inkubation sjunker till mellan tre och fyra och en minskning med mer än en enhet har skett ( $\Delta\text{pH} > 1$ ).

Om pH sjunker under tre under inkubationen och minskningen omfattar mer än en enhet ( $\Delta\text{pH} > 1$ ) kan risken för sur belastning med stor sannolikhet bedömas som signifikant.

Om pH i finkornig jord under inkubationen sjunker till mellan 3,5 och 4,0 kan den potentiella risken för belastning bedömas som måttlig och därmed lägre än i jordar där pH sjunker under 3,5. Den lägre risken baseras på uppskattningen av svavelhalten, som vanligtvis bara är cirka 0,2 % i sådana finkorniga jordar. En måttlig sänkning av pH indikerar också att jorden kan buffra den syra som genereras ganska bra.

## **Aciditetstitrering av det inkuberade provet**

Aciditeten som bestäms genom titrering av ett inkuberat prov beskriver den faktiska mängden syra som frigörs från jorden när den oxideras under optimala förhållanden under en given tidsperiod. Aciditet (mol/kg) i det inkuberade provet kan användas för att uppskatta mängden kalk som krävs för att neutralisera jorden (Hadzic et al. 2014).



## Formler som används vid neutraliseringsberäkningar

### Mängden material som krävs för neutralisering:

$$m_1 = M \cdot a$$

, där

$m_1$  = behovet av neutraliserande material beräknat på basen av aciditet [g/kg]

$M$  = molmassan av det neutraliserande materialet [g/mol]

$a$  = aciditeten [mol/kg]

### Förbrukning av neutraliserande material per kubikmeter:

$$m_2 = m_1 \cdot \rho$$

, där

$m_2$  = behov av neutraliserande material per kubikmeter [kg/m<sup>3</sup>]

$m_1$  = behovet av neutraliserande material beräknat på basen av aciditet [g/kg]

$\rho$  = sedimentets densitet [ton/m<sup>3</sup>]

### Förbrukning av neutraliserande material per hektar:

$$m_3 = m_2 \cdot (k/0,1)$$

, där

$m_3$  = behovet av neutraliserande material per hektar [ton/hektar]

$m_2$  = behovet av neutraliserande material per kubikmeter [kg/m<sup>3</sup>]

$k$  = den sura sulfatjordens tjocklek [m]

### Referenser:

Creeper, N., Fitzpatric, R. & Shand, P. 2012. A simplified incubation method using chip-trays as incubation vessels to identify sulphidic materials in acid sulphate soils. Soil use and management. British Society of soil Science, 1- 7.

Hadzic, M., Postila, H., Österholm, P., Nystrand M., Pahkakangas, S., Karppinen, A., Arola, M., Nilivaara-Koskela, R., Häkkinen, K., Saukkoriipi, J., Kunnas, S. ja Ihme, R. 2014. Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät – SuHE-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014. 88 s

Taipale, K. ja Saarnisto, M, 1991. Tulivuorista jääkausiin: Suomen maankamaraan kehitys. WSOY, Porvoo, 416 s.

# Bedömningsgrunder

## Uppgift 2.A (max. 5 poäng):

I materialen står det att svavelinnehållande sediment vanligtvis deponeras på havsbotten. Deras bildande började under den Littorinahavet för 9000 år sedan och bildas fortfarande idag. I Finland förekommer de främst i sedimentfyndigheter som deponerats under Littorinahevet's tidiga fas (för 8500–4500 år sedan). Figur 1 visar att marknivån motsvarande Littorinahavet ligger cirka 30-25 meter över havet i östra Nyland, cirka 80-40 meter över havet i Satakunta och cirka 90-50 meter över havet i norra Österbotten. Det kan ses från höjdprofilerna i figur 2a att motsvarande höjdnivå vid profil A är cirka 100-10 kilometer från strandlinjen, vid profil B cirka 50-20 kilometer från strandlinjen och vid profil C vid cirka 40-30 kilometer från stranden. Detta är ett trepunktssvar.

Poäng kan också erhållas även om du inte har bestämt nivån på Littorinahavet med hjälp av figur 1. Om svaret anger att svavelinnehållande sediment har deponerats på de höjder och avstånd som har varit under Östersjöns yta sedan istiden tilldelas en eller två poäng, beroende på detaljerna i svaret.

Om svaret inte förstår sambandet mellan bildandet av svavelhaltiga sediment och landhöjning och Östersjöns historia får man nollpoäng. Noll erhålls också om motsvarande svavelinnehållande sediment är de vanligaste ju närmare den aktuella strandlinjen.

Syra sulfidjord är det största problemet på Finlands västkust, där terrängens topografi är mycket platt och terrängen är låg från kusten långt inåt. Till exempel, för profil A, stiger terrängen inte över 100-metersnivån förrän 90 kilometer från kusten. Av detta skäl finns svavelinnehållande sediment som deponeras på havsbotten i ett stort område i västra Finlands kustområde. I östra Nyland vid profil C stiger terrängen brantare inåt landet och det finns bara svavelrika sediment i den smala zonen. Detta är ett tvåpunktssvar.

## Uppgift 2.B (max. 5 poäng):

Modellsvar

Som ett resultat av dräneringen samverkar jorden med syreatmosfären. Ofta sjunker även grundvattnets nivå.

Vid oxidation (genom reaktion med syre och vatten) bildas svavelsyra av järnsulfid.

Jordens pH minskar och svavelsyra löser upp skadliga metaller från miljön.

Metallinnehållande vatten orsakar miljöproblem, t.ex. fiskdöd, andra ekologiska risker och påverkar områdets byggbarhet, särskilt korrosionsbeständigheten.

Nackdelar kan förhindras genom att kartlägga riskområden. Försurningseffekten kan neutraliseras med kalkning. Om det finns potentiell sur sulfatjord (PHS) i området bör ingen dränering utföras.

## Uppgift 3.A (max. 3 poäng):

Grunderna till poängsättning:

a) 1p: grundvattennivån är ungefär på 60 cm (accepterad med rättä argumentering 55-65 cm) Motivering: Grundvattennivån kan man identifiera med nivån där svart, blåsvart eller mörkgrå, gyttjehaltig lera eller silt börjar. Det sulfidsvavelhaltiga materialet bevaras i jorden i syrefritt tillstånd under grundvattennivån.

½p: djupet är rätt, men motivering fel

b) 1p: den övre ytan av den äkta sura sulfatjorden är på nivån 0 cm i profilen och den nedre ytan på grundvattennivå, 60 cm. Accepterad med rättä motivering övre ytan på 0-15 cm och nedre ytan på grundvattennivå (enligt förra svaret). Motivering: Nedan det översta plogskikt i profilen finns det en tjock avlagring med röda eller orange-bruna järnprecipitat, som har försurat till följd av sulfidoxidation. Avlagringen ligger ovanför grundvattennivå och har därför kunnat oxiderats.

½p: bara en av ytor ar rätt, motivering rätt.

c) 1 p: den övre ytan av den potentiella sura sulfatjorden ligger på nivån 60 cm (eller på grundvattennivå, entligen förra svaret) och nedre ytan är på basen av profilen (accepterad också 75-85 cm med rätta motivering). Motivering: Den svart, blåsvart eller mörkgrå potentiella sura sulfatjorden ligger i syrefritt tillstånd under grundvattennivån och kan omvandlas till verklig sur sulfatjord genom oxidering av sulfider, om grundvattennivå sjunker.

½p: bara en av ytor är rätt, motivering rätt.

### Uppgift 3.B (max. 7 poäng):

Grunderna till poängsättning:

Klassificeringen av områden som signifikanta och måttliga riskställen görs genom att jämföra pH efter inkubation. Utvärderingen baseras på det följande avsnittet i materialet:

*”Om pH sjunker **under tre** under inkubationen och minskningen omfattar mer än en enhet ( $\Delta pH > 1$ ) kan risken för sur belastning **med stor sannolikhet bedömas som signifikant.***

*Om **pH** i finkornig jord under inkubationen sjunker till **mellan 3,5 och 4,0** kan den potentiella risken för belastning bedömas som **måttlig** och därmed lägre än i jordar där pH sjunker under 3,5. Den lägre risken baseras på uppskattningen av svavelhalten, som vanligtvis bara är cirka 0,2 % i sådana finkorniga jordar.”*

Områdena A och B (pH <3) med hög sannolikhet för signifikant risk är Arpela (2,6); Järvineva (2,3); Karjoneva (2,5); Puuroneva (2,8), måttliga riskområde C (pH 3,5–4) är Leväjänkkä (3,6); Hautasuo (3,5); Laukkuvuoma (3,5); Ahmaneva (3,5) och det enda området D (pH > 4) som klassificeras som riskfritt är Kuurnasuo (4,6).

Rätt svar och rätt motivering = 1 p; rätt svar = 0,5 p; max. 4 p

Vid beräkning av behovet av kalkning för varje område (A, B och C) ger det rätta svaret antingen  $m_1$  (g/kg),  $m_2$  (kg/m<sup>3</sup>) eller  $m_3$  (t/ha) i rätt enheter 1 p. Om de mellanliggande stegen i beräkningarna är markerade och beräkningsprinciperna är korrekta, men resultatet är felaktigt, ges 0,5 p. Max. 3 p

Sedimentets aciditet och pH efter inkubation								
Område	Antal profilen	pH (vk 16), median	Aciditet, mmol/kg	Svavelhalt, median %		m1 (g/kg)	m2 (kg/m3)	m3 (t/ha)
Arpela	4	2,6	481	1,17	A/B	48,1	48,1	481
Järvineva	3	2,3	251	1,14	A/B	25,1	25,1	251
Karjoneva	4	2,5	178	0,79	A/B	17,8	17,8	178
Suksiaapa	3	3,2	155	0,55				
Leväjätkkä	2	3,6	48	0,53	C	4,8	4,8	48
Jakosuo	5	3,4	11	0,03				
Kuurnasuo	4	4,6	15	0,12	D			
Hangassuo	5	3,0	226	0,67				
Hautasuo	7	3,5	50	0,1	C	5,0	5,0	50
Hakasuo	7	3,1	60	0,09				
Märssynneva	3	3,4	20	0,11				
Kuuhkamonneva	4	3,2	54	0,18				
Puuroneva	5	2,8	61	0,15	A/B	6,1	6,1	61
Laukkuvuoma	5	3,5	53	0,17	C	5,3	5,3	53
Ahmaneva	2	3,5	19	0,03	C	1,9	1,9	19
Heinineva	3	3,4	29	0,07				