



Läckagebenägen fosfor i Björnöfjärdens bottensediment



Läckagebenägen fosfor i Björnöfjärdens bottensediment

Författare: Mia Arvidsson
2012-05-29
Rapport 2012:11
Naturvatten i Roslagen AB
Norr Malma 4201
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

LÄCKAGEBENÄGEN FOSFOR I BJÖRNÖFJÄRDENS BOTTENSEDIMENT	1
SAMMANFATTNING.....	4
INLEDNING	5
METODIK.....	5
PROVTAGNING	5
BERÄKNINGAR	8
RESULTAT	9
SEDIMENTBESKRIVNING.....	9
VATTENHALT OCH GLÖDGNINGSFÖRLUST	10
TOTALFOSFOR OCH FOSFORFRAKTIONER	12
MÄNGD LÄCKAGEBENÄGEN FOSFOR.....	13
DISKUSSION.....	14
REFERENSER	16
BILAGA 1	17
BILAGA 2	21

Sammanfattning

Föreliggande rapport redogör för sedimentbeskrivningar, vattenhalt, glödgningsförlust, totalfosfor- och fosforfraktionshalter samt kvantifiering av den läckagebenägna sedimentfosfor i Björnöfjärden. Undersökningen syftade till att beräkna hur mycket växttillgänglig fosfor (fosfat) som med tiden kan frigöras från Björnöfjärdens sediment och utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av BalticSea2020.

Sedimentet i fjärden bestod genomgående av findetritusgyttja och svavelbakterier noterades i ytskiktet på sediment från den mellersta delen av fjärden (Björnöfjärden). Både vattenhalten och den organiska andelen av torrsubstansen (glödgningsförlusten) i sedimenten var relativt höga. Detta tyder på att sedimentet i fjärden (under 6,5 meters djup) består av ackumulationsbottnar.

Fosforfraktionering av nio sedimentkärnor visade på minskad totalfosforhalt med ökat sedimentdjup, vilket förklaras av minskade halter av organiskt bunden fosfor med ökat sedimentdjup.

Den läckagebenägna fosfor höll en jämn fördelning över de olika delarna av bottenytan, även om det var en statistiskt säkerställd minskning av mängden läckagebenägen fosfor med ökat djup. Fosformängderna var överlag låga (0,3 g/m² till 1,5 g/m²) jämfört med andra kustsediment och sediment från sjöar.

Inledning

Den största tillgången av näringsämnen som kan tas upp av växter och växtplankton finns för det mesta bundet i sedimenten i de djupare delarna av sjöar och vikar där finpartikulärt organiskt material (döda växt- och djurdelar) anhopas. Den primära källan av fosfat utgörs av nedbrytning av fosforrikt organiskt material (som till exempel växtplankton). Läckaget av fosfat regleras ofta av syresituationen i sedimentytan. När anaeroba förhållanden (syrgasbrist) inträffar reduceras järnoxider och en puls av fosfat når bottenvattnet genom diffusion. Fosfor som har potential att frigöras från sediment kan även beskrivas som läckagebenägen, rörlig, labil eller mobil fosfor.

Föreliggande rapport redovisar mängden sedimentfosfor som med tiden kommer att frigöras till vattnet i Björnöfjärdens tre olika delområden (Torpe-Infjärden, centrala Björnöfjärden och Säbyviken). Detta kan tillsammans med beräkning av övrig belastning till fjärden utgöra underlag för visualisering av den totala belastningssituationen i fjärden och även bidraget till utanförliggande vatten (Östersjön).

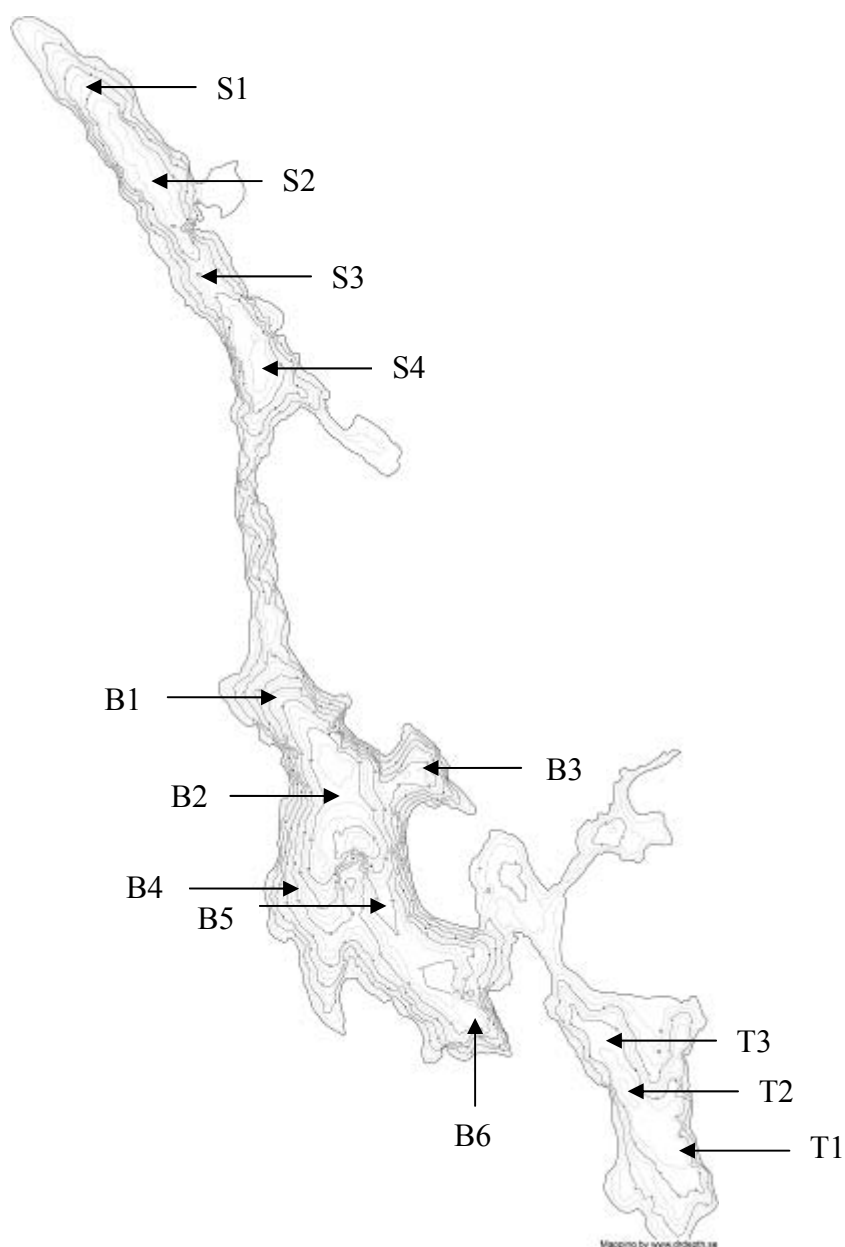
Undersökningen utfördes av Naturvatten AB på uppdrag av stiftelsen BalticSea2020 och syftade till att beräkna hur mycket växttillgänglig fosfor (fosfat) som med tiden kan frigöras från Björnöfjärdens sediment.

Metodik

Provtagning

Sedimentprovtagningen i Björnöfjärden utfördes vid två tillfällen. Först i Torpe-Infjärden den 12 december 2011 och sedan i Säbyviken samt Björnöfjärdens centrala del den 21 mars 2012. Provtagningen den 12 december 2011 utfördes av Ulf Lindqvist och den 21 mars 2012 utfördes provtagningen av Thomas Jansson (Naturvatten AB). Vid provtagningarna togs tre sedimentproppar i Torpe-Infjärden, sex i Björnöfjärden och fyra i Säbyviken. Sediment hämtades från mellan 6,5 och 19,5 meters djup och proven togs på platser som representerar hela fjärdens bottenområden av finpartikulärt sediment med förutsättning att frigöra fosfat.

Provtagningspunkterna dokumenterades med GPS-koordinater (RT90) och punkternas lägen samt djup beskrivs i Figur 1 och Tabell 1.

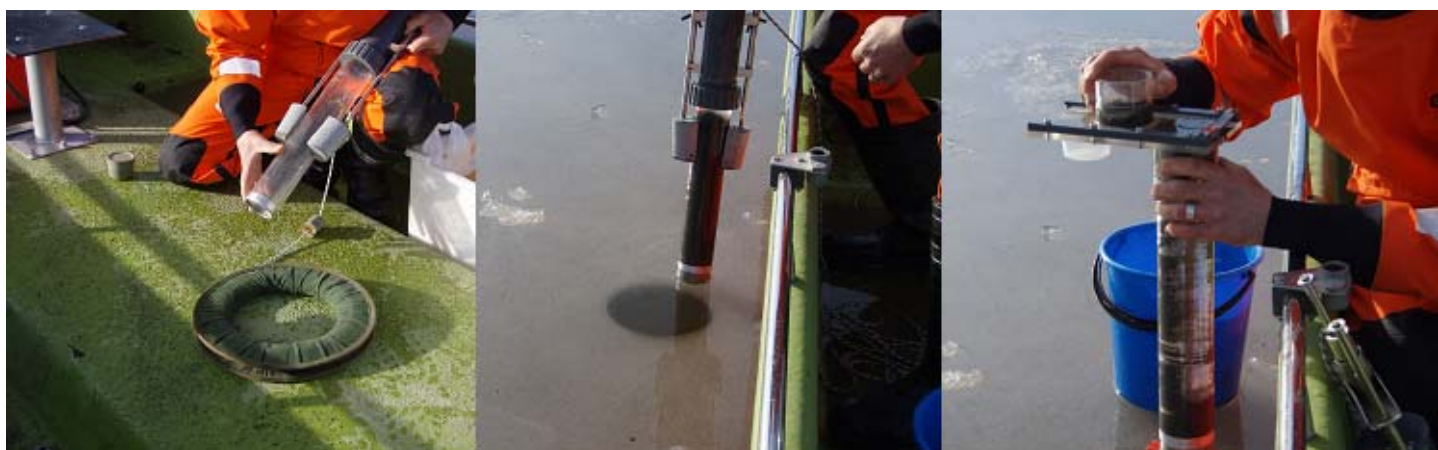


Figur 1. Djupkarta över Björnöfjärden. Pilarna markerar de 13 platser där sedimentproppar hämtats (T=Torpe-Infjärden, B=Björnöfjärden och S=Säbyviken). Djupkartan är gjord i drdepth (©BalticSea2020).

Tabell 1. Koordinater och djup för provtagningsstationerna.

Lokal	Prov	Koordinater (RT90)		Djup (m)
		X	Y	
Torpe-Infjärden	1	6570410	1656505	7
Torpe-Infjärden	2	6570626	1656401	8,5
Torpe-Infjärden	3	6570788	1656296	6,5
Björnöfjärden	1	6571921	1655151	13,6
Björnöfjärden	2	6571597	1655327	19,5
Björnöfjärden	3	6571654	1655601	14,5
Björnöfjärden	4	6571249	1655229	12,9
Björnöfjärden	5	6571185	1655516	16,2
Björnöfjärden	6	6570842	1655832	14,2
Säbyviken	1	6573921	1654375	8,5
Säbyviken	2	6573609	1654625	11,7
Säbyviken	3	6573278	1654836	9,4
Säbyviken	4	6572989	1655026	12

Sedimentpropparna togs med en rörprovtagare (Willnerhämtare) med plexiglasrör (Figur 2). Röret hade en längd av 50 centimeter och en diameter på 63 millimeter. Sedimentdjupen i proverna varierade mellan cirka 25-30 centimeter. Sedimentkärnorna skiktades i samband med provtagningen i en-centimetertjocka skikt de två översta centimetrarna och sedan i två-centimetertjocka skikt ner till 20 centimeters djup. Samtliga skikt i sedimentkärnorna analyserades med avseende på vattenhalt, glödningsförlust och sedimentens totalfosforhalt. Sedimentens fosforfraktioner undersöktes i sediment från samtliga prov från Torpe-Infjärden, prov 2, 3 och 4 i Säbyviken samt prov 1, 5 och 6 i Björnöfjärden. Analyserna utfördes av Erkenlaboratoriet (ackrediterade för bland annat analyser av vattenhalt, glödningsförlust och totalfosforhalt i sediment).



Figur 2. Provtagning och skiktning av sedimentproppar. Foto T. Jansson.

Beräkningar

De olika fosforformerna i sediment kan delas upp genom så kallad fosforfraktionering (Psenner m.fl. 1988). Sex olika operationellt definierade former erhålls genom sekventiell extrahering: $\text{NH}_4\text{Cl-rP}$ (löst bunden fosfor), BD-rP (järnbunden fosfor), NaOH-rP (aluminiumbunden fosfor), NaOH-nrP (organiskt bunden fosfor), HCl-rP (kalciumbunden fosfor) och residualfosfor (huvudsakligen organiska fosforformer). Residualfosfor beräknas genom att subtrahera extraherad och identifierad fosfor från sedimentets totala fosforinnehåll.

Den rörliga andelen fosfor (som kan frigöras till vattnet) i sedimenten finns i de tre fosforfraktionerna löst bunden fosfor, järnbunden fosfor och organiskt bunden fosfor (Rydin 2000). Organiskt bunden fosfor återfinns både i NaOH-nrP och i residualfosforfraktionen. Dessa former minskar i koncentration med ökande sedimentdjup (ökad ålder) vilket indikerar att de frigörs till vattnet. Denna frigörelseprocess syns även i den totala fosforhalten i sedimenten vilken minskar med ökande sedimentdjup. I djupare sedimentskikt stabiliseras totalfosforkoncentrationen vid en lägre halt vilket betyder att fosforfrigörelsen har upphört och enbart inerta fosforformer finns kvar.

Löst bunden fosfor och järnbunden fosfor är nära förknippade med varandra. Den järnbundna fosfor övergår snabbt i löst bunden fosfor om sedimenten blir syrgasfria. Den löst bundna fosfor anses vara direkt tillgänglig för att via någon transportprocess (diffusion, bioturbation etc.) nå vattenmassan. Förrådet av dessa oorganiska fosforformer kan variera kraftigt över året och är de fosforformer som utgör den primära källan för internbelastning. Den organiskt bundna fosfor uppvisar inte samma snabba säsongsdynamik, utan omsätts långsammare. Den organiska fosfor utgör dock källan (via mineraliseringsprocesser) av fosfor till löst bunden och järnbunden fosfor.

Den fosfor som kan frigöras från sedimenten beräknades för de 13 stationerna genom att totalfosforkoncentrationen i de djupare sedimentskikten som representerar den så kallade "begravningskoncentrationen" (medel av halterna i lager 16-18 cm och 18-20 cm) subtraherades från de högre halterna i ytligare sedimentlager. Skillnaden anses utgöra summan av den fosfor som kommer att frigöras med tiden (Rydin m.fl. 2011). Den läckagebenägna fosfor i varje sedimentskikt räknades om till mängd per kvadratmeter och summerades. Den fosfor som frigörs i sediment består främst av organiska former tillsammans med järnbunden fosfor.

Resultat

Sedimentbeskrivning

Materialet i de undersökta kärnorna bestod genomgående av findetritusgyttja. Svavelbakterier noterades i ytskiktet på sedimentet från Björnöfjärden men ingen svavellukt eller bakterier noterades i proverna från Torpe-Infjärden eller Säbyviken.

Sedimenten i de tre kärnor som undersöktes i Torpe-Infjärden beskrevs generellt sett vara brun findetritusgyttja:

1. Sedimentet i prov 1 bestod ner till fyra centimeters djup av mycket lös brun findetritusgyttja. Mellan fyra och tio centimeters djup var findetritusgyttjan lös och brun. De sista tio centimetrarna ner till 20 centimeters djup bestod sedimentet fortfarande av brun findetritusgyttja men den var inte längre lös.
2. Prov 2 hade samma sedimentkaraktär som prov 1 förutom att findetritusgyttjan endast var lös mellan fyra och sex centimeters djup.
3. Sedimentet i prov 3 beskrevs som lika med prov 2 - mycket lös brun findetritusgyttja ned till fyra centimeters djup, lös brun findetritusgyttja ned till sex centimeters djup och brun findetritusgyttja ned till 20 centimeters djup.

Sedimenten i de sex kärnor som undersöktes i Björnöfjärden beskrevs generellt sett bestå av gråsvart findetritusgyttja med svavelbakterier i ytskikten:

1. Sedimentet i prov 1 bestod ner till två centimeters djup av mycket lös gråsvart findetritusgyttja. Mellan två och 14 centimeters djup var findetritusgyttjan lös. De sista sex centimetrarna ner till 20 centimeters djup var sedimentet homogent. Svavelväte noterades i sedimentet de två översta centimetrarna.
2. Prov 2 hade samma sedimentkaraktär som prov 1 förutom att findetritusgyttjan blev homogen nedan tolv centimeters djup. Svavelväte noterades i de två översta centimetrarna av sedimentet.
3. Sedimentet i prov 3 var av samma karaktär som prov 1 och 2 med undantag för att den lösa findetritusgyttjan blev homogen vid tio centimeters djup. Svavelväte noterades i sedimentet de två översta centimetrarna.

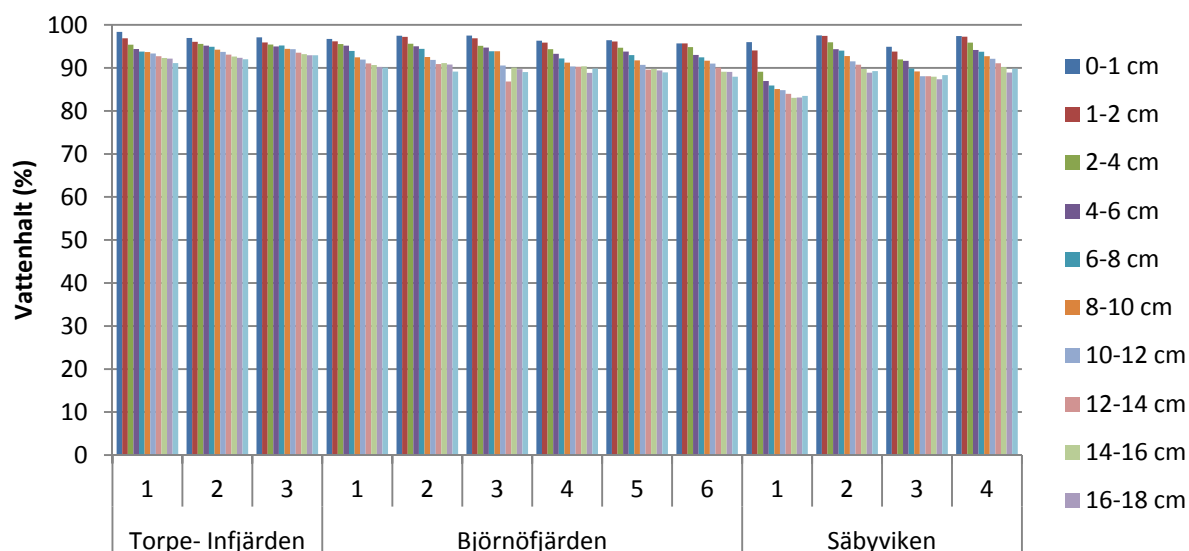
4. Prov 4 var av samma karaktär som prov 3. Svavelväte noterades i sedimentet de två översta centimetrarna.
5. Prov 5 hade av samma sedimentkaraktärer som prov 3 och 4. Svavelväte noterades i sedimentet de två översta centimetrarna.
6. Sedimentet i prov 3 var liknande karaktär som övriga prov förutom att den lösa findetritusgyttjan blev homogen redan vid åtta centimeters djup. Svavelväte noterades i sedimentet de två översta centimetrarna.

Sedimenten i de fyra kärnor som undersöktes i Säbyviken beskrevs generellt sett bestå av svart eller gråsvart findetritusgyttja med oxiderad yta:

1. Sedimentet i prov 1 bestod ner till fyra centimeters djup av mycket lös gråsvart findetritusgyttja. Från fyra centimeters djup (ner till 20 centimeter) var findetritusgyttja lös.
2. Prov 2 bestod av mycket lös svart findetritusgyttja ner till fyra centimeters djup. Mellan fyra och 14 centimeters djup var den svarta findetritusgyttjan lös och nedan 14 centimeter bestod sedimentet av homogen findetritusgyttja.
3. Sedimentet i prov 3 var av samma karaktär som prov 2 med undantag att findetritusgyttjan var gråsvart och att den lösa findetritusgyttjan blev homogen vid tio centimeters djup.
4. Prov 4 hade samma karaktär som sedimentet i prov 2.

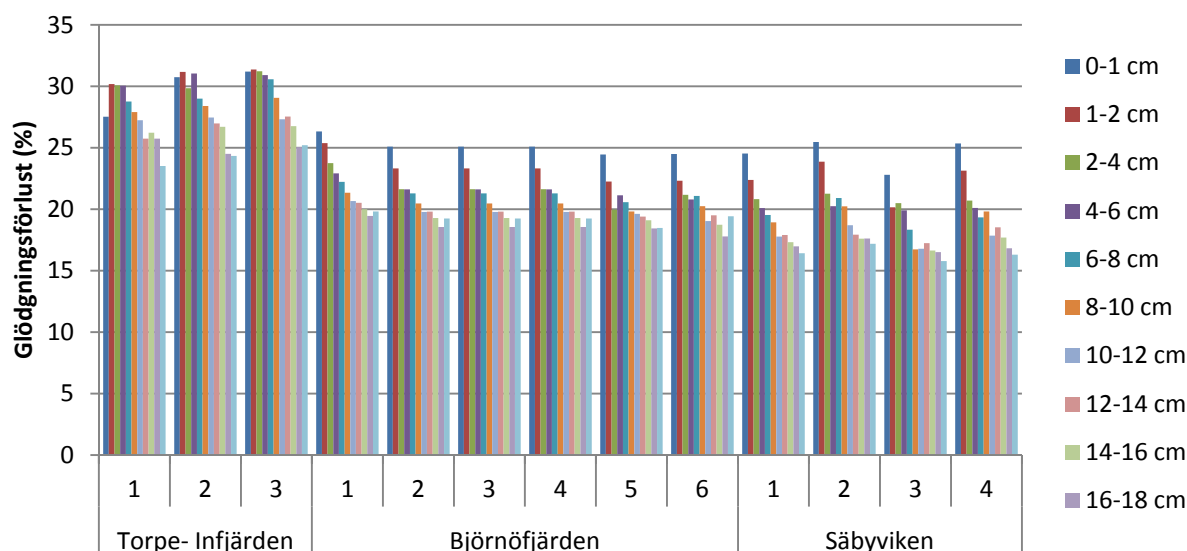
Vattenhalt och glödningsförlust

Vattenhalten var mycket hög i ytskikten (Figur 3 och Bilaga 1). I Torpe-Infjärden varierade vattenhalten i ytsedimentet (0-2 cm) mellan 96 och 98 procent och avtog till mellan 91 och 93 procent i det djupast undersökta skiktet (18-20 cm). Vattenhalten i Björnöfjärden varierade mellan 96 och 98 procent i ytskiktet och minskade till mellan 88 och 90 procent på 18-20 centimeters sedimentdjup. I Säbyviken var vattenhalten lägst i ytskiktet jämfört med övriga bassänger och varierade mellan 95 och 98 procent. I det djupaste skiktet varierade halten mellan 83 och 90 procent. Låg vattenhalt (<80 %) i ytsediment tyder på botten av transportkaraktär. Detta var inte fallet på de bottenområden som undersökts i föreliggande undersökning.



Figur 3. Vattenhalt (%) i samtliga skikt från de 13 sedimentkärnorna i Torpe-Infjärden (2011), Björnöfjärden (2012) och Säbyviken (2012).

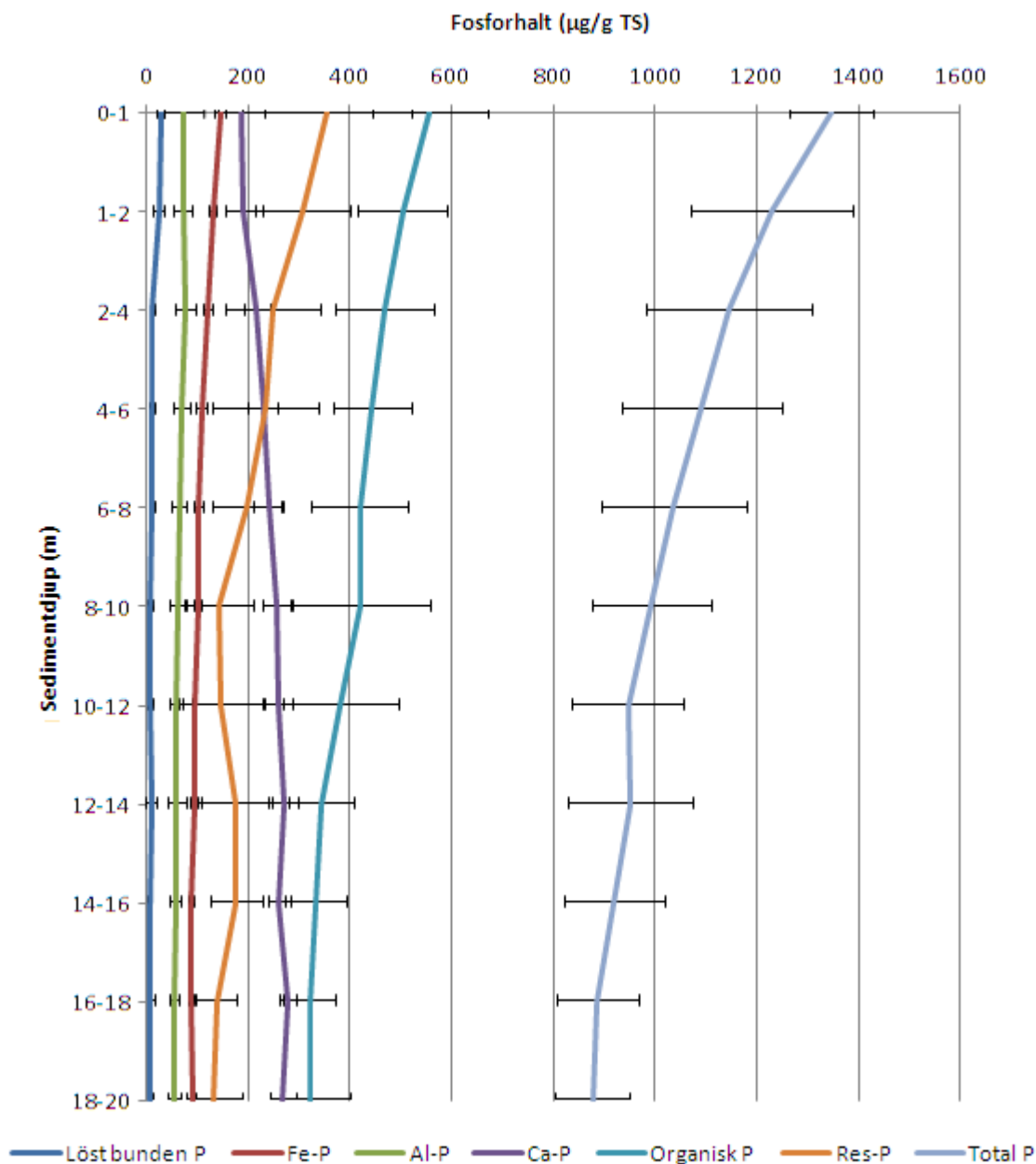
Den organiska andelen av torrsubstansen (glödgningsförlusten) var relativt hög (20-31%) i ytskikten och minskade med djupet sedimentkärnorna till mellan 16 och 25 procent (Figur 4 och Bilaga 1). Sediment från ackumulationsbottnar har högre organisk halt än sediment från transportbottnar. Den höga glödgningsförlusten är (i likhet med hög vattenhalt) en tydlig indikation på att proverna tagits på ackumulationsbottnar med finpartikulära sediment. Glödgningsförlusten var högst i de tre sedimentkärnorna från Torpe-Infjärden, vilket antagligen beror på hög produktion av vegetation och växtplankton som ansamlas på botten. Förmodligen transporteras inte det organiska materialet vidare ut i Björnöfjärden utan stannar kvar på grund av tröskeln som avdelar Torpe-Infjärden och Björnöfjärden.



Figur 4. Glödgningsförlust (%) i samtliga skikt från de 13 sedimentkärnorna i Torpe-Infjärden (2011), Björnöfjärden (2012) och Säbyviken (2012).

Totalfosfor och fosforfraktioner

Medelhalten av totalfosfor i sedimentkärnorna minskade med ungefär en tredjedel från cirka 1 300 $\mu\text{g/g}$ TS i det översta sedimentlagret till cirka 900 $\mu\text{g/g}$ TS i sedimentlagret mellan 18 och 20 centimeters djup (Figur 5). Minskningen förklaras av en minskad halt av organiskt bunden fosfor (NaOH-nrP och res-P). NaOH-nrP minskade från cirka 550 $\mu\text{g/g}$ TS till cirka 300 $\mu\text{g/g}$ TS och res-P från cirka 350 $\mu\text{g/g}$ TS till cirka 150 $\mu\text{g/g}$ TS. Den kalciumbundna fosfor ökade något med ökat sedimentdjup och de övriga fraktionerna (löst bunden, järnbunden och aluminiumbunden fosfor) höll låga koncentrationer genom hela sedimentkärnorna. De olika fosforfraktionerna för de nio sedimentkärnor som analyserades med fosforfraktionering redovisas i Bilaga 2 och samtliga totalfosforhalter per skikt redovisas i Bilaga 1.



Figur 5. Medelvärden av fosforfraktioner och totalfosforhalt i de nio sedimentkärnorna som analyserades med fosforfraktionering i hela fjärden (prov 1, 2 och 3 i Torpe-Infjärden, prov 2, 3 och 4 i Säbyviken och prov 1, 5 och 6 i Björnöfjärden). Felstaplarna visar standardavvikelsen (n=9).

Mängd läckagebenägen fosfor

Mängden läckagebenägen fosfor varierade mellan 0,3 och 1,5 g/m² (Tabell 2). Den läckagebenägna fosfor och begravningskoncentrationen av fosfor i sedimenten minskade överraskande med ökat djup i fjärden (p<0,05 respektive p<0,01). Detta betyder att det fosfat som kan frigöras vid

syrgasbrist minskar med ökat vattendjup samt att mängden fosfat som ligger kvar i sedimentet (även vid anaeroba förhållanden) ökar med ökat vattendjup. Det motsatta förhållandet gäller i själva sedimentet. Mängden fosfor som frigörs är lägre längre ner i det äldre sedimentet.

Tabell 2. Samlingstabell över läckagebenägen fosfor (g/m^2) och begravningskoncentration ($\mu\text{g P/g TS}$) i de sedimentkärnor som undersökts i Björnöfjärden 2011 och 2012.

Lokal	Prov	Djup (m)	Läckagebenägen fosfor (g/m^2)	Begravningskoncentration ($\mu\text{g P/g TS}$)
Torpe-Infjärden	1	7	1,0	953
Torpe-Infjärden	2	8,5	1,0	971
Torpe-Infjärden	3	6,5	1,1	997
Björnöfjärden	1	13,6	0,9	842
Björnöfjärden	2	19,5	0,6	806
Björnöfjärden	3	14,5	0,3	814
Björnöfjärden	4	12,9	0,6	819
Björnöfjärden	5	16,2	0,7	795
Björnöfjärden	6	14,2	0,9	843
Säbyviken	1	8,5	1,5	824
Säbyviken	2	11,7	0,6	833
Säbyviken	3	9,4	0,9	809
Säbyviken	4	12	0,4	888

Diskussion

Den fosfor som med tiden kommer att frigöras från sedimenten var jämfört med sediment från sjöar relativt lågt (Rydin 2005, Rydin 2006 och Arvidsson 2011). Sett till hela fjärden var medelvärdet av den läckagebenägna fosfor $0,8 \text{ g/m}^2$. Denna mängd är också låg jämfört med andra kustsediment (Rydin m.fl. 2011) där mellan 1 till 7 g läckagebenägen P/m^2 uppmätts. Resultaten visar att Björnöfjärdens sediment har varit utsatta för omfattande syrebrist som har gjort att järnbunden fosfor inte kan bildas och hållas kvar i sedimenten. Fosfor som tillförs sedimenten i form av till exempel algblomningar läcker istället tillbaka till vattenmassan. Fördelat över de tre olika delarna i fjärden var mängderna störst i Torpe-Infjärden. Där var medelvärdet för de tre sedimentkärnorna $1,1 \text{ g/m}^2$ medan medelvärdet av de fyra undersökta kärnorna i Säbyviken visade på ett läckage av $0,7 \text{ g/m}^2$. Det var dock i Säbyviken som det största sedimentläckaget beräknades för ett enskilt prov ($1,5 \text{ g/m}^2$). I den mittersta delen av fjärden (Björnöfjärden) var

medelvärdet av de sex sedimentprovernas totala läckagebenägna fosformängd $0,9 \text{ g/m}^2$ och det lägsta uppmätta värdet av samtliga prover ($0,3 \text{ g/m}^2$) beräknades för prov 3 i Björnöfjärden.

Referenser

Arvidsson, M & E. Rydin. 2011. Läckagebenägen fosfor i Bornsjöns sediment - Kvantifiering i olika bottenområden för aluminiumdosering. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2011:24.

Psenner, R., Boström, B., Dinka, M., Pettersson, K., Pucsko, R., and M. Sager. 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediments. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 30: 98-109.

Rydin, E. 2000. Potentially mobile phosphorus in Lake Erken sediment. Water Research 34(7):2037-2042.

Rydin, E., Huser, B. & E. Welch. (2000). Amount of phosphorus inactivated by alum treatments in Washington lakes. Limnology and Oceanography 45(1):226-230.

Rydin, E. 2005. Rörlig fosfor i Fagersjövikens sediment. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2005:19.

Rydin, E. 2006. Rörlig fosfor i Malmsjöns sediment. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2006:13.

Rydin E, Malmaeus, M. Karlsson, M & P. Jonsson. (2011). Phosphorus release from coastal Baltic Sea sediments as estimated from sediment profiles. Estuarine, Coastal and Shelf Science 92:111-117.

Bilaga 1

I tabellen nedan redovisas vattenhalt, glödningsförlust och totalfosforhalt för samtliga skikt från sedimentproverna i Björnöfjärden.

Lokal	Prov	Djup (m)	Skikt (cm)	Vattenhalt (%)	Glödningsförlust (%)	Totalfosfor (µg/g TS)
Torpe-Infjärden	1	7	0-1	98	28	1232
Torpe-Infjärden	1	7	1-2	97	30	1463
Torpe-Infjärden	1	7	2-4	95	30	1345
Torpe-Infjärden	1	7	4-6	94	30	1247
Torpe-Infjärden	1	7	6-8	94	29	1182
Torpe-Infjärden	1	7	8-10	94	28	1113
Torpe-Infjärden	1	7	10-12	93	27	1086
Torpe-Infjärden	1	7	12-14	93	26	1046
Torpe-Infjärden	1	7	14-16	92	26	1039
Torpe-Infjärden	1	7	16-18	92	26	944
Torpe-Infjärden	1	7	18-20	91	24	962
Torpe-Infjärden	2	8,5	0-1	97	31	1400
Torpe-Infjärden	2	8,5	1-2	96	31	1388
Torpe-Infjärden	2	8,5	2-4	96	30	1338
Torpe-Infjärden	2	8,5	4-6	95	31	1325
Torpe-Infjärden	2	8,5	6-8	95	29	1191
Torpe-Infjärden	2	8,5	8-10	94	28	1169
Torpe-Infjärden	2	8,5	10-12	94	27	1100
Torpe-Infjärden	2	8,5	12-14	93	27	1030
Torpe-Infjärden	2	8,5	14-16	93	27	1019
Torpe-Infjärden	2	8,5	16-18	92	25	991
Torpe-Infjärden	2	8,5	18-20	92	24	950
Torpe-Infjärden	3	6,5	0-1	97	31	1426
Torpe-Infjärden	3	6,5	1-2	96	31	1366
Torpe-Infjärden	3	6,5	2-4	95	31	1351
Torpe-Infjärden	3	6,5	4-6	95	31	1314
Torpe-Infjärden	3	6,5	6-8	95	31	1288
Torpe-Infjärden	3	6,5	8-10	94	29	1151
Torpe-Infjärden	3	6,5	10-12	94	27	1086
Torpe-Infjärden	3	6,5	12-14	94	28	1211
Torpe-Infjärden	3	6,5	14-16	93	27	1077
Torpe-Infjärden	3	6,5	16-18	93	25	1024
Torpe-Infjärden	3	6,5	18-20	93	25	970

Lokal	Prov	Djup (m)	Skikt (cm)	Vattenhalt (%)	Glödgningsförlust (%)	Totalfosfor (µg/g TS)
Björnöfjärden	1	13,6	0-1	97	26	1403
Björnöfjärden	1	13,6	1-2	96	25	1344
Björnöfjärden	1	13,6	2-4	96	24	1192
Björnöfjärden	1	13,6	4-6	95	23	1066
Björnöfjärden	1	13,6	6-8	94	22	970
Björnöfjärden	1	13,6	8-10	92	21	938
Björnöfjärden	1	13,6	10-12	92	21	877
Björnöfjärden	1	13,6	12-14	91	21	896
Björnöfjärden	1	13,6	14-16	91	20	870
Björnöfjärden	1	13,6	16-18	90	19	842
Björnöfjärden	1	13,6	18-20	90	20	842
Björnöfjärden	2	19,5	0-1	97	25	1377
Björnöfjärden	2	19,5	1-2	97	23	1058
Björnöfjärden	2	19,5	2-4	96	22	1007
Björnöfjärden	2	19,5	4-6	95	22	963
Björnöfjärden	2	19,5	6-8	94	21	910
Björnöfjärden	2	19,5	8-10	93	20	870
Björnöfjärden	2	19,5	10-12	92	20	836
Björnöfjärden	2	19,5	12-14	91	20	841
Björnöfjärden	2	19,5	14-16	91	19	816
Björnöfjärden	2	19,5	16-18	91	19	800
Björnöfjärden	2	19,5	18-20	89	19	811
Björnöfjärden	3	14,5	0-1	98	25	1173
Björnöfjärden	3	14,5	1-2	97	23	1071
Björnöfjärden	3	14,5	2-4	95	22	951
Björnöfjärden	3	14,5	4-6	95	22	926
Björnöfjärden	3	14,5	6-8	94	21	880
Björnöfjärden	3	14,5	8-10	94	20	850
Björnöfjärden	3	14,5	10-12	91	20	824
Björnöfjärden	3	14,5	12-14	87	20	752
Björnöfjärden	3	14,5	14-16	90	19	808
Björnöfjärden	3	14,5	16-18	90	19	800
Björnöfjärden	3	14,5	18-20	89	19	828

Lokal	Prov	Djup (m)	Skikt (cm)	Vattenhalt (%)	Glödgningsförlust (%)	Totalfosfor (µg/g TS)
Björnöfjärden	4	12,9	0-1	96	25	1328
Björnöfjärden	4	12,9	1-2	96	23	1143
Björnöfjärden	4	12,9	2-4	94	22	989
Björnöfjärden	4	12,9	4-6	93	22	908
Björnöfjärden	4	12,9	6-8	92	21	869
Björnöfjärden	4	12,9	8-10	91	20	863
Björnöfjärden	4	12,9	10-12	90	20	858
Björnöfjärden	4	12,9	12-14	90	20	814
Björnöfjärden	4	12,9	14-16	90	19	800
Björnöfjärden	4	12,9	16-18	89	19	815
Björnöfjärden	4	12,9	18-20	90	19	822
Björnöfjärden	5	16,2	0-1	96	24	1409
Björnöfjärden	5	16,2	1-2	96	22	1053
Björnöfjärden	5	16,2	2-4	95	20	959
Björnöfjärden	5	16,2	4-6	94	21	933
Björnöfjärden	5	16,2	6-8	93	21	898
Björnöfjärden	5	16,2	8-10	92	20	868
Björnöfjärden	5	16,2	10-12	91	20	836
Björnöfjärden	5	16,2	12-14	90	19	836
Björnöfjärden	5	16,2	14-16	90	19	812
Björnöfjärden	5	16,2	16-18	89	18	796
Björnöfjärden	5	16,2	18-20	89	18	794
Björnöfjärden	6	14,2	0-1	96	24	1396
Björnöfjärden	6	14,2	1-2	96	22	1138
Björnöfjärden	6	14,2	2-4	95	21	1011
Björnöfjärden	6	14,2	4-6	93	21	973
Björnöfjärden	6	14,2	6-8	92	21	955
Björnöfjärden	6	14,2	8-10	92	20	951
Björnöfjärden	6	14,2	10-12	91	19	907
Björnöfjärden	6	14,2	12-14	90	20	879
Björnöfjärden	6	14,2	14-16	89	19	870
Björnöfjärden	6	14,2	16-18	89	18	845
Björnöfjärden	6	14,2	18-20	88	19	841

Lokal	Prov	Djup (m)	Skikt (cm)	Vattenhalt (%)	Glödgningsförlust (%)	Totalfosfor (µg/g TS)
Säbyviken	1	8,5	0-1	96	25	1161
Säbyviken	1	8,5	1-2	94	22	1213
Säbyviken	1	8,5	2-4	89	21	1110
Säbyviken	1	8,5	4-6	87	20	939
Säbyviken	1	8,5	6-8	86	20	929
Säbyviken	1	8,5	8-10	85	19	921
Säbyviken	1	8,5	10-12	85	18	942
Säbyviken	1	8,5	12-14	84	18	894
Säbyviken	1	8,5	14-16	83	17	847
Säbyviken	1	8,5	16-18	83	17	827
Säbyviken	1	8,5	18-20	83	16	821
Säbyviken	2	11,7	0-1	98	25	1236
Säbyviken	2	11,7	1-2	97	24	1082
Säbyviken	2	11,7	2-4	96	21	1034
Säbyviken	2	11,7	4-6	94	20	986
Säbyviken	2	11,7	6-8	94	21	968
Säbyviken	2	11,7	8-10	93	20	949
Säbyviken	2	11,7	10-12	92	19	890
Säbyviken	2	11,7	12-14	91	18	856
Säbyviken	2	11,7	14-16	90	18	874
Säbyviken	2	11,7	16-18	89	18	861
Säbyviken	2	11,7	18-20	89	17	805
Säbyviken	3	9,4	0-1	95	23	1363
Säbyviken	3	9,4	1-2	94	20	1090
Säbyviken	3	9,4	2-4	92	20	1031
Säbyviken	3	9,4	4-6	92	20	978
Säbyviken	3	9,4	6-8	90	18	921
Säbyviken	3	9,4	8-10	89	17	900
Säbyviken	3	9,4	10-12	88	17	853
Säbyviken	3	9,4	12-14	88	17	874
Säbyviken	3	9,4	14-16	88	17	824
Säbyviken	3	9,4	16-18	87	17	813
Säbyviken	3	9,4	18-20	88	16	805
Säbyviken	4	12	0-1	97	25	1250
Säbyviken	4	12	1-2	97	23	1140
Säbyviken	4	12	2-4	96	21	1032
Säbyviken	4	12	4-6	94	20	1005
Säbyviken	4	12	6-8	94	19	954
Säbyviken	4	12	8-10	93	20	899
Säbyviken	4	12	10-12	92	18	888
Säbyviken	4	12	12-14	91	19	937
Säbyviken	4	12	14-16	90	18	898
Säbyviken	4	12	16-18	89	17	856
Säbyviken	4	12	18-20	90	16	919

Bilaga 2

Fosforfraktioner och totalfosfor i nio sedimentkärnor från Björnöfjärden (Torpe-Infjärden=T, Björnöfjärden=B och Säbyviken=S).

Prov	Skikt (cm)	NH ₄ Cl-P (µg/g TS)	BD-P (µg/g TS)	NaOH-P (µg/g TS)	HCl-P (µg/g TS)	NaOH org-P (µg/g TS)	Residual-P (µg/g TS)	Totalfosfor (µg/g TS)
T1	0-1	42	139	61	185	510	290	1232
T1	1-2	46	145	70	191	660	350	1463
T1	2-4	13	124	87	224	640	260	1345
T1	4-6	9	105	92	214	540	290	1247
T1	6-8	9	91	84	232	490	280	1182
T1	8-10	13	90	70	251	630	61	1113
T1	10-12	19	90	60	255	650	6	1086
T1	12-14	10	94	57	255	400	230	1046
T1	14-16	8	83	59	239	400	250	1039
T1	16-18	23	86	54	277	400	110	944
T1	18-20	14	90	57	262	500	34	962
T2	0-1	29	149	70	185	800	170	1400
T2	1-2	17	122	65	173	610	400	1388
T2	2-4	11	125	82	201	590	330	1338
T2	4-6	10	121	67	219	580	330	1325
T2	6-8	18	106	69	212	590	190	1191
T2	8-10	13	107	60	218	670	100	1169
T2	10-12	15	100	55	213	450	270	1100
T2	12-14	13	99	55	226	450	190	1030
T2	14-16	15	92	47	249	420	190	1019
T2	16-18	13	104	52	275	380	160	991
T2	18-20	11	112	55	243	360	170	950
T3	0-1	23	105	60	136	370	730	1426
T3	1-2	21	118	64	191	550	420	1366
T3	2-4	16	107	75	181	540	440	1351
T3	4-6	18	98	57	201	490	450	1314
T3	6-8	20	113	65	215	530	340	1288
T3	8-10	19	113	54	213	460	290	1151
T3	10-12	14	104	56	220	420	280	1086
T3	12-14	33	134	64	233	410	340	1211
T3	14-16	12	100	59	236	400	270	1077
T3	16-18	14	94	64	248	370	230	1024
T3	18-20	13	98	49	232	370	210	970

Prov	Skikt (cm)	NH4Cl-P (µg/g TS)	BD-P (µg/g TS)	NaOH-P (µg/g TS)	HCl-P (µg/g TS)	NaOH org-P (µg/g TS)	Residual-P (µg/g TS)	Totalfosfor (µg/g TS)
B1	0-1	28	130	72	170	570	430	1403
B1	1-2	26	150	68	180	530	380	1344
B1	2-4	19	150	64	200	470	290	1192
B1	4-6	18	130	61	210	430	220	1066
B1	6-8	8	120	57	230	390	170	970
B1	8-10	8	100	52	250	350	180	938
B1	10-12	8	110	62	250	340	110	877
B1	12-14	5	95	53	270	350	130	896
B1	14-16	6	89	59	250	330	140	870
B1	16-18	7	92	60	260	320	100	842
B1	18-20	8	100	62	250	310	110	842
B5	0-1	23	140	72	230	580	360	1409
B5	1-2	21	120	73	230	450	160	1053
B5	2-4	8	93	60	230	380	190	959
B5	4-6	11	81	64	240	400	130	933
B5	6-8	11	84	58	260	320	160	898
B5	8-10	5	80	56	290	310	130	868
B5	10-12	4	78	52	270	300	130	836
B5	12-14	4	69	50	290	290	130	836
B5	14-16	4	69	52	280	290	120	812
B5	16-18	5	75	52	270	280	120	796
B5	18-20	8	74	53	300	250	110	794
B6	0-1	25	120	76	270	570	330	1396
B6	1-2	21	100	69	220	420	310	1138
B6	2-4	8	110	75	250	370	200	1011
B6	4-6	8	100	69	270	340	190	973
B6	6-8	10	97	61	280	360	150	955
B6	8-10	5	96	63	290	320	170	951
B6	10-12	4	96	64	290	310	140	907
B6	12-14	8	96	58	310	270	130	879
B6	14-16	4	88	51	300	250	180	870
B6	16-18	4	83	52	300	260	150	845
B6	18-20	6	76	48	310	260	140	841

Prov	Skikt (cm)	NH4Cl-P (µg/g TS)	BD-P (µg/g TS)	NaOH-P (µg/g TS)	HCl-P (µg/g TS)	NaOH org-P (µg/g TS)	Residual-P (µg/g TS)	Totalfosfor (µg/g TS)
S2	0-1	28	130	70	120	490	410	1236
S2	1-2	28	140	70	120	410	320	1082
S2	2-4	9	140	78	190	400	210	1034
S2	4-6	5	120	74	200	400	200	986
S2	6-8	7	110	69	210	400	170	968
S2	8-10	3	110	69	260	380	120	949
S2	10-12	3	92	65	270	340	130	890
S2	12-14	2	99	90	260	300	100	856
S2	14-16	2	94	63	250	310	160	874
S2	16-18	3	82	58	300	300	120	861
S2	18-20	5	93	55	260	280	110	805
S3	0-1	22	240	93	210	580	210	1363
S3	1-2	8	120	86	240	440	190	1090
S3	2-4	6	99	80	250	420	180	1031
S3	4-6	4	88	64	280	400	150	978
S3	6-8	3	82	58	290	330	160	921
S3	8-10	5	79	57	290	310	160	900
S3	10-12	3	74	57	290	300	130	853
S3	12-14	5	71	54	300	300	150	874
S3	14-16	4	75	55	290	270	140	824
S3	16-18	5	75	50	280	270	130	813
S3	18-20	6	84	61	280	270	110	805
S4	0-1	38	150	80	180	540	262	1250
S4	1-2	29	160	85	170	470	226	1140
S4	2-4	15	150	89	230	410	138	1032
S4	4-6	8	130	79	230	410	148	1005
S4	6-8	15	120	65	240	370	144	954
S4	8-10	5	130	71	250	370	73	899
S4	10-12	5	99	55	270	330	129	888
S4	12-14	3	110	62	280	320	170	937
S4	14-16	3	100	66	260	320	140	898
S4	16-18	5	93	54	280	310	120	856
S4	18-20	4	100	56	270	290	200	919