

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

DEGRADIRANA GOZDNA  
TLA IN VEGETACIJA

LJUBLJANA, 1979

oxf. 114.2 : 114.35/.36 : 221.5 : 285 : 425.1

e 126

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
pri BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

DEGRADIRANA GOZDNA TLA IN  
VEGETACIJA

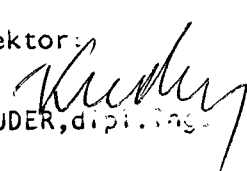
LJUBLJANA, 1979

Nosilec naroge:

  
dr. Jože SUŠIN, dipl. ing.



V.d.direktor:

  
Milan KUDER, dipl. ing.

Raziskovalni skupnosti Slovenije in Splošnemu združenju gozdarstva Slovenije se zahvaljujemo za odobrena finančna sredstva.

Zahvaljujemo se številnim sodelavcem gozdnogospodarskih organizacij, ki so sodelovali pri iskanju in izbiri raziskovalnih objektov na terenu kot tudi sodelavcem Katedre za tla in prehrano rastlin VDO Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, ki so izvršili specialne analize tal na atomskem absorpcijskem spektrofotometru.

Sodelavci:

Nosilec naloge:

SUŠIN dr. Jože, dipl.ing., izredni profesor  
Katedra za tla in prehrano rastlin  
VDO Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

Raziskovalca:

KALAN Janko, dipl.ing., višji raziskovalni sodelavec  
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

ROBIČ mag. Dušan, dipl.ing., asistent  
VTOZD gozdarstvo, VDO Biotehniške fakultete  
Univerze v Ljubljani

Tehnični sodelavki:

JAKONČIČ Jolanda in  
KREGAR Breda

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri  
Biotehniški fakulteti v Ljubljani

# DEGRADIRANA GOZDNA TLA IN VEGETACIJA I.

Končno poročilo za obdobje 1974 - 1978

## V S E B I N A :

	stran:
1. UVODNA POJASNILA .	4
2. VPLIV STELJARJENJA NA NEKATERA TLA NA KARBONATNI MATIČNI PODLAGI	5
S i n o p s i s	5
2.1. UVOD	6
2.2. TLA IN METODE	7
2.2.1. Tla	7
2.2.2. Metode	8
2.3. REZULTATI IN RAZPRAVA	8
2.3.1. Lastnosti steljarjenih tal	8
2.3.2. Vpliv steljarjenja na spremembe lastnosti tal	12
2.4. POVZETEK	14
2.5. SUMMARY	15
2.6. LITERATURA	16
3. LASTNOSTI STELJARJENIH PSEVDOGLEJEV IN KISLIH RJAVIH TAL	17
S i n o p s i s	17
3.1. UVOD	18
3.2. TLA IN METODE	18
3.2.1. Tla	18
3.2.2. Metode	19
3.3. REZULTATI IN DISKUSIJA	19
3.4. POVZETEK	23
3.5. SUMMARY	24
3.6. LITERATURA	25
4. ONEČIŠČENJE TAL S FLUORJEM V BLIŽINI TOVARNE ALUMINIJA IN OPEKARNE	26
S i n o p s i s	26
4.1. UVOD	27

	stran:
4.2. TLA IN METODE	27
4.2.1. Tla	27
4.2.2. Metode	28
4.3. REZULTATI IN DISKUSIJA	28
4.4. POVZETEK	30
4.5. SUMMARY	30
4.6. LITERATURA	31
5. ONEČIŠČENJE TAL Z ŽVEPLOM V BLIŽINI TOVARN	32
S i n o p s i s	32
5.1. UVOD	33
5.2. TLA IN METODE	33
5.2.1. Tla	33
5.2.2. Metode	34
5.3. REZULTATI IN DISKUSIJA	34
5.4. POVZETEK	37
5.5. SUMMARY	38
5.6. LITERATURA	39
6. NEKATERE LASTNOSTI TAL POD SMREKOVIMI NASADI (ZAČETNO	40
POROČILO)	
S i n o p s i s	40
6.1. UVOD	41
6.2. TLA IN METODE	41
6.2.1. Tla	41
6.2.2. Metode	44
6.3. REZULTATI IN DISKUSIJA	44
6.4. LITERATURA	45

UDK: 634.0.114.2:634.0.114.35/36  
: 634.0.221.5:634.0.285  
: 634.0.425.1

*S i n o p s i s*

*DEGRADIRANA GOZDNA TLA IN VEGETACIJA*

*Degradacija tal pomeni razvoj tal, ki se razlikuje od normalnega razvoja tal, ki poteka pod vplivom krajevne klime in prirodne vegetacije. Vzroki za degradacijo tal so različni. Proučevane so bile spremembe nekaterih morfoloških in kemičnih lastnosti v tleh zaradi vpliva steljarjenja, zaradi onečiščenja tal s fluorjenom in SO<sub>2</sub> ter nekatere spremembe lastnosti tal pod smrekovimi nasadi. Rezultati raziskav so prikazani v posameznih poročilih, ki obravnavajo posledice zgoraj navedenih vplivov degradacije tal.*

*S y n o p s i s*

*DEGRADED FOREST SOILS AND VEGETATION*

*Soil degradation is the changing of a soil differing from the normal soil development occurring under the local climate and natural vegetation. The causes for the degradation are different. In this study the changes of morphological and chemical properties of soils were studied due to litter removal, soil sulphur and fluorine pollution and some changes of soil properties under norway spruce plantations. The research results are presented in reports, dealing the effects of the above mentioned causes for soil degradation.*



## 1. UVODNA POJASNILA

Sam pojem degradacija tal imajo nekateri raziskovalci v naj-novejši literaturi za zastarel izraz, vendar se še zelo pogosto uporablja, često tudi takrat, ko procesi degradacije niso raziskani in poznani.

Degradacija tal pomeni po različnih definicijah razvoj tal, ki se razlikuje od poznanega (normalnega) razvoja tal, ki poteka pod vplivom krajevne klime in prirodne vegetacije. Pri procesih degradacije tal gre za povečano spiranje, za osiromašenje tal z bazami in rastlini dostopnimi hranili, za zakisovanje, podzolizacijo, erozijo, spremembo humusnih oblik, zmanjšanje biološke aktivnosti in znatno zmanjšanje rodovitnosti tal. Zaradi procesov degradacije gozdnih tal se spreminja tudi vegetacija in zmanjšuje se prirastek lesa količinsko in kakovostno.

Vzroki za degradacijo gozdnih tal so različni, predvsem pa naslednji: neustrezni načini gojenja gozdov (monokulture) in izkoriščanje (sečnje visoke intenzitete), steljarjenje, zakisovanje tal zaradi  $SO_2$ , uničevanje zeliščne vegetacije, požari.

V Sloveniji je degradacija nekaterih gozdnih tal in vegetacije problem, ki še ni bil sistematično raziskan. Tako obseg in procesi degradacije ter njene posledice niso poznani.

Z raziskavami degradacije tal želimo ugotoviti obseg degradacije posameznih talnih tipov, ki ga povzročajo zgoraj navedeni činitelji.

Rezultati raziskav degradacije tal, ki so bile opravljene v letih 1974 do 1978, so zbrani v petih, vsebinsko zaokroženih študijah, ki so sestavni deli tega dela.

2.

VPLIV STELJARJENJA NA NEKATERA  
TLA NA KARBONATNI MATIČNI PODLAGI

*S i n o p s i s*

VPLIV STELJARJENJA NA NEKATERA TLA NA KARBONATNI MATIČNI PODLAGI

*Dolgotrajno steljarjenje rjavih pokarbonatnih tal na mehkem apnencu, rjavih pokarbonatnih spranih tal na apnencu in dolomitu ter rjavih spranih tal na laporju znatno vpliva na nastanek zelo plitvega (0,5 - 1,0 cm) humusnega akumulacijskega horizonta Ah. Količine organske snovi in dušika so zelo majhne. Steljarjena tla so močno zakisana in imajo večjo stopnjo zakisanosti kot nesteljarjena. Količine izmenljivega kalcija, magnezija in kalija ter stopnja nasičenosti z bazami v steljarjenih tleh so zelo zmanjšane v horizontih Ah in E.*

*S y n o p s i s*

THE INFLUENCE OF LITTER REMOVAL ON SOME SOILS ON CALCAREOUS PARENT ROCKS

*A continual litter removal on eutric cambic soils on soft limestone, on chromic luvisols on limestone and dolomite and on eutric cambic illuviated soils on marl has a considerable effect on developing of a very shallow (0,5 - 1,0 cm) Ah horizon. The amount of organic matter and nitrogen is very decreased. Soils bereft of litter are strongly acid and show a higher acidity than soils with litter intact. Due to litter bereavement the contents of exchangeable calcium, magnesium, potassium and base saturation percentage are very decreased in Ah and E horizons.*

## 2.1. U V O D

Eden izmed vzrokov za degradacijo gozdnih tal je tudi steljarjenje. Škodljiv vpliv odstranjevanja stelje na gozдна tla, razvoj sestoja in proizvodnjo lesne mase je že dolgo znan in je lahko v trajno steljarjenih gozdovih zelo velik.

Z odpadlim listjem doteka vsako leto v tla precejšnja količina organske snovi (okoli 3 - 3,5 t/ha), ki je pomembna za biološko aktivnost v tleh in vpliva na mnoge kemične in fizikalne lastnosti tal. Prek listja se zopet vračajo v tla rastlinska hranila, ki jih drevesa črpajo iz različnih globin tal. Po nekaterih rezultatih raziskav (Mina 1955) se z listjem letno vračajo naslednje količine elementov hrane (v kg/ha): 47-50 N, 4-6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 44 - 56 K<sub>2</sub>O, 88 - 109 CaO, 16 - 20 MgO. Od hranil, ki jih drevesa letno odvzamejo iz tal, se po teh rezultatih prek listja zopet vrača v tla znaten delež, in sicer: 54 - 56% N, 26 - 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 52 - 61% K<sub>2</sub>O, 71 - 86% CaO in 69 - 83% MgO.

Dolgotrajno vsakoletno steljarjenje pomeni torej znaten odvzem organske snovi in hranil iz gozdnih tal. Na revnih tleh je osiromašenje s humusom in hranili zaradi steljarjenja najbolj škodljivo, saj pomenijo hranila, ki se z listjem vračajo v tla, pretežno glavni vir hrane za drevesa (Fiedler et al. 1964, Duchaufour 1970, Nebe 1973).

Sistematičnih raziskovanj o vplivu steljarjenja na posamezne talne oblike je razmeroma malo. Wittich (1951) je proučeval vpliv steljarjenja na slabo, zmerno do močno podzolastih tleh na diluvialnih peskih. Ugotovil je, da se količina organske snovi po 35 letih ni bistveno spremenila in da je še vedno v mejah naravnega nihanja. Vsebnost baz (Ca, Mg, K) se je zmanjšala do globine 35 cm, stopnja nasičenosti z bazami pa se praviloma ni zmanjšala. Značilno je, da se je zakisanost steljarjenih tal nekoliko zmanjšala. Za rastline dostopne količine dušika so se močno zmanjšale.

V Sloveniji pridobivamo steljo na številnih talnih tipih na različnih matičnih podlagah. Razlike v lastnostih tal, na katerih se steljari, so zelo velike.

V tej študiji so raziskovane lastnosti dolgotrajno in vsako leto steljarjenih tal z namenom, da bi ugotovili vpliv steljarjenja na zmanjšanje organskih snovi in dušika v tleh ter na zmanjšanje drugih elementov rastlinske hrane, zlasti izmenljivih baz in na povečanje zakisanosti tal.

## 2.2. TLA IN METODE

### 2.2.1. T l a

Lastnosti degradiranih gozdnih tal zaradi steljarjenja in vplivi steljarjenja na tla so bili proučevani v kmečkih gozdovih, na nekaterih talnih oblikah na karbonatni matični podlagi, in sicer:

2.2.1.1 Rjava pokarbonatna tla na mehkem apnencu, plitva do srednje globoka (profili št.3,4,5).Kraj: Pavlova vas pri Brežicah.

2.2.1.2 Rjava pokarbonatna sprana tla na trdem apnencu, globoka (prof.št.11,12,13,14).Kraji: Luče, Muljava, St.Vid pri Stični, Podtabor pri Grosupljem.

2.2.1.3 Rjava pokarbonatna sprana tla na dolomitu, globoka (prof. št.2,6,7,8,15,16).Kraji: Dobrava, Polica, Medvedica pri Grosupljem, Brezovo, Pristava.

2.2.1.4 Rjava tla na laporju, sprana, globoka (prof.št.1,9,10,17, 18,19,20).Kraji: Šmarjeta, Haloze: Stoperce, Naraplje, Planjsko, Belavšek).

Za raziskovanje so bila izbrana samo tista gozdna tla, na katerih se je vsaj 30 let steljarilo vsako leto. Informacije o pogostosti in trajanju steljarjenja so dali lastniki gozdov.

Za proučevanje vpliva steljarjenja na spremembo kemičnih lastnosti tal so bila za primerjavo raziskana tudi nekatera nesteljarjena tla, ki imajo enako genezo, morfologijo in lastnosti kakor steljarjena tla.

Vpliv steljarjenja na tla je bil raziskan v bukovih gozdovih, v mešanem semensko-panjevskem gozdu bukve, cera in gradna ter bukve in belega gabra.

## 2.2.2 Metode

pH elektrometrijsko v solni suspenziji tal z 0,1 N KCl 1:2.5 (Jackson, 1958),

Organska snov po metodi Walkley-Black (Jackson, 1958), skupni dušik po modificirani Kjeldahlovi metodi (Jackson, 1958), izmenljive baze: izmenjalna raztopina: 1 N amonijev acetat, pH 7,0 (Peech et al., 1962),

Ca in Mg sta bila določena z atomskim absorpcijskim spektrofotometrom Varian 1000, K in Na s plamenskim fotometrom,

izmenljivi vodik z izmenjalno raztopino 0,5 N BaCl<sub>2</sub> - 0,55 N trietanolamin, pH 8,0 (Peech et al., 1962),

kationska izmenjalna sposobnost (KIK) računsko s seštevkom vseh izmenljivih kationov,

stopnja nasičenosti z bazami  $V = \frac{S}{KIK} \times 100$   
(S = vsota izmenljivih baz).

## 2.3. REZULTATI IN RAZPRAVA

### 2.3.1 Lastnosti steljarjenih tal (tabela 1)

Dolgotrajno vsakoletno steljarjenje izredno močno vpliva na zmanjšanje organske snovi v tleh. Akumulacijski humusni horizont (Ah) je izredno tanek, pogosto debel le nekaj mm do največ 2 cm. Tu in tam, predvsem na konveksnih oblikah mikroreliefa, skoraj manjka. Je pretežno pod blazinasto vegetacijo mahov in v konkavnih oblikah mikroreliefa, kjer se nabere nekoliko več drobnega opada, ki ostane po grabljenju stelje. Ker je odtegnjeno tako veliko organske snovi, je biološka aktivnost v tleh zelo zmanjšana. Struktura je slabo obstojna ali celo neobstojna, tla so zbita, manj propustna za vodo in zrak. Na nagnjenih legah je površinski odtok vode zelo povečan, ker vode ne zadržuje opad in jo tla zelo počasi vpijajo. Kako počasi tla vodo zadržujejo, je bilo najbolj vidno pri rjavih pokarbonatnih tleh, ki so bila zaradi sušnega poletja zelo izsušena. Kljub mokri jeseni so bila pri globini 35 cm še vendar čisto suha.

Zelo tanek akumulacijski humusni horizont vsebuje od 27 - 2.6%

TABELA 1  
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI STELJARJENIH TAL  
Chemical properties of soils bereft of litter

Prof. št. no.	Hori- zont Hori- zon	Glob. cm Depth	pH	Org. snov matt. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V %
							Ca	Mg	K	S	H		
							me/100 g tal - soil						
11	Ah	0-1	4.6	15.4	0.40	22.5	2.1	1.5	0.5	4.1	13.3	17.4	23.4
	E	1-30	4.8	4.4	0.12	21.2	0.1	0.2	0.1	0.4	25.2	25.6	1.6
	Bt	30-80	5.1	2.9	0.10	17.0	0.5	0.4	0.1	1.0	19.3	20.3	4.9
12	Ah	0-0.5	5.5	17.1	0.44	22.5	2.5	1.5	0.7	4.7	25.4	30.1	15.6
	E	0.5-55	5.0	2.9	0.09	18.5	0.2	0.2	0.1	0.5	14.7	15.2	3.3
	Bt	55-95	5.1	1.9	0.11	10.4	0.6	0.3	0.1	1.0	14.2	15.2	6.5
13	Ah	0-1	4.9	9.3	0.30	18.1	12.5	3.8	0.6	16.9	16.3	33.2	50.9
	E	1-30	4.7	2.9	0.10	16.5	2.4	0.9	0.1	3.4	13.9	17.3	19.5
	Bt	30-70	5.3	1.5	0.08	10.4	3.0	0.9	0.1	4.0	10.4	14.4	27.7
14	Ah	0-1	4.9	10.7	0.32	19.3	0.6	0.4	0.1	1.1	23.0	24.1	4.6
	E	1-30	5.0	2.4	0.10	14.2	0.1	0.1	0.1	0.3	10.2	10.5	3.0
	Bt	30-70	5.3	1.5	0.05	15.2	3.0	1.1	0.1	4.2	4.4	8.6	47.4
15	Ah	0-0.5	4.9	8.3	0.21	22.5	1.0	0.7	0.1	1.8	18.8	20.6	8.7
	E	0.5-35	5.0	3.4	0.10	20.2	0.1	0.3	0.1	0.5	10.5	11.0	4.8
	Bt	35-70	5.2	1.5	0.06	17.6	3.3	4.0	0.1	7.4	7.3	14.7	50.3
16	Ah	0-1	5.0	10.3	0.22	26.5	2.6	0.2	0.1	2.9	14.4	17.3	16.7
	E	1-15	5.0	2.0	0.05	22.6	0.2	0.3	0.1	0.6	8.9	9.5	6.3
	Bt	15-54	5.1	1.0	0.05	12.4	3.9	5.8	0.2	9.9	7.3	17.2	57.5
2	Ah	0-0.5	4.4	25.9	0.97	15.5	8.0	3.5	1.2	12.7	32.6	45.3	28.1
	E	0.5-14	4.0	2.6	0.13	11.8	1.2	1.0	0.1	2.3	16.0	18.3	12.5
	Bt1	14-35	4.4	1.7	0.10	10.0	2.2	2.3	0.1	4.6	13.6	18.2	25.3
	Bt2	35-70	4.5	1.1	0.09	7.0	2.9	2.6	0.1	5.6	11.3	16.9	33.2

TABELA 1  
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI SIELJARJENIH TAL

Chemical properties of soils bereft of litter

Nadaljevanje  
Continued

Prof. št. no.	Hori- zont Hori- zon	Glob. cm Depth	pH	Org. snov matt. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V %
							Ca	Mg	K	S	H		
							me/100 g tal - soil						
1	Ah	0-10	3.7	2.6	0.13	11.9	4.9	1.0	0.2	6.1	16.2	22.3	27.3
	E	10-25	4.0	1.7	0.10	9.7	8.1	1.0	0.2	9.3	12.7	22.0	42.3
	Bt	25-80	4.9	0.5	0.08	4.0	9.8	0.7	0.3	10.8	8.5	19.3	55.9
6	Ah	0-2	3.5	16.0	0.42	22.1	1.2	0.7	0.6	2.5	31.1	33.6	7.4
	E	2-30	3.9	1.5	0.10	8.0	0.7	0.8	0.1	1.6	18.6	20.0	8.0
	Bt	30-95	4.1	0.5	0.08	4.0	2.8	3.6	0.2	6.6	16.9	23.5	28.1
17	Ah	0-1	4.1	23.1	0.50	26.6	1.2	0.5	0.5	23.9	2.2	26.1	8.4
	E	1-67	4.4	2.9	0.06	25.9	0.1	0.3	0.1	9.2	0.5	9.7	5.2
	Bt	67-95	4.5	2.4	0.04	30.6	1.8	0.5	0.1	8.9	2.4	11.3	21.2
18	Ah	0-1	3.9	26.9	0.55	28.2	0.8	0.6	0.5	26.8	1.9	28.7	6.9
	Bv	1-70	4.4	2.2	0.12	10.5	1.3	0.4	0.1	10.2	1.8	12.0	15.0



organske snovi in od 0,97 - 0,13% skupnega dušika. Kljub razmeroma velikim deležem organske snovi in skupnega dušika, ki je pretežno v organski snovi, so skupne količine organske snovi in dušika v tleh zelo majhne, ker je humusni horizont zelo plitev.

Količine organske snovi v horizontih E in Bt so mnogo manjše in znašajo 0,5 - 4,4%. Zelo majhne so tudi količine dušika, 0,04 - 0,13%. Kaže se težnja, da se razmerje C/N širi, saj doseže že 26,5% v prhlinasti obliki humusa, ki se pojavlja zlasti pod mahovno vegetacijo. Značilna je tudi velika zakisanost horizontov Ah in E, kjer doseže vrednost pH v nekaterih tleh že 3,5. Najbolj zakisan je horizont E, ki sledi plitvemu Ah.

V zvezi z izrazito težnjo zakisovanja steljarjenih tal je značilno tudi stanje izmenljivih baz. Količine izmenljivega kalcija, ki sicer zavzema največji delež med bazami, so majhne, vendar vedno večje v plitvem akumulacijskem humusnem horizontu Ah, v katerem dosežajo 12,5 - 0,6 me/100 g tal. Kaže, da je izmenljivega kalcija tem več, čim več je organske snovi, iz katere se sprošča pri mineralizaciji. Najbolj reven horizont s kalcijem je horizont E, v katerem so količine zelo majhne, od 2,4 - 0,1 me/100 g tal. Zaradi kopičenja izpranega kalcija ali zaradi bližine karbonatne podlage so količine kalcija v horizontu Bt ponekod največje v talnem profilu.

Izmenljivega magnezija je precej manj kot kalcija, a vendar ga je vedno nekoliko več tudi v horizontu Ah, največ pa v horizontu Bt rjavih pokarbonatnih spranih tal na dolomitu zaradi bližine dolomitne skale. Tam so količine nekoliko večje od kalcija, 5,8 - 2,6 me/100 g tal.

Za kroženje elementa kalija je značilno, da je podvržen najmočnejšem izpiranju iz listja in drugih tkiv; tako je njegovo kroženje prek opada zmanjšano. To potrjujejo tudi rezultati analiz, iz katerih je razvidno, da vsebuje humusni horizont Ah večinoma razmeroma največ izmenljivega kalija 5 - 10 krat več kot horizont E, količine pa dosežejo 1,2 - 0,5 me/100 g tal, v zelo revnih tleh z bazami pa 0,1 me/100 g tal.

Kationska izmenjalna sposobnost je v horizontih E, ki so revni z organsko snovjo in glino, najmanjša, 9,5 - 25,6 me/100 g tal. Največjo sposobnost vezanja izmenljivih baz ima zelo tanek akumulacijski humusni horizont Ah.

Zelo značilna je stopnja nasičenosti z bazami. Ker so tla močno zakisana in revna z bazami, je stopnja nasičenosti z bazami zelo majhna predvsem v horizontu izpiranja (E), kjer pade ponekod že pod 10%.

Nekoliko večja je v horizontih Ah in Bt, 50,9 - 69. Vrednosti med posameznimi tlemi in v talnem profilu so zelo različne.

### 2.3.2 Vpliv steljarjenja na spremembe lastnosti tal (tabela 2)

Iz prej ugotovljenih lastnosti steljarjenih tal ni mogoče spoznati, kolikšen je vpliv steljarjenja na spremembe lastnosti tal. Ta zelo pomemben vidik je bil proučevan na dolgotrajno vsako leto steljarjenih tleh in primerjan z lastnostmi enakih tal, ki niso bila steljarjena.

Primerjava akumulacijskega humusnega horizonta Ah v steljarjenih in nesteljarjenih tleh kaže izrazito in znatno zmanjšanje globine horizonta Ah zaradi trajnega odstranjevanja stelje. To zmanjšanje globine Ah je dva-, tri- do petkratno. Vpliv steljarjenja na vsebnost organske snovi v Ah je različen. V večini primerov je v nesteljarjenih tleh odstotek organske snovi večji. Izjema je profil št.10, v katerem je v zelo plitvem Ah (1 cm) steljarjenih tal več organske snovi (25,3%), kot v nesteljarjenih tleh (13,2%), ki pa imajo štirikrat globlji AH (4 cm).

Skupna količina organske snovi je še večja v nesteljarjenih tleh takrat, kadar je v gradnji profila pričujoč prehodni horizont Ah/Bv (prof.št.9), ki sega do globine 15 cm in vsebuje 4,4% organske snovi. Ta prehodni horizont v steljarjenih tleh ni ugotovljen. Vpliv steljarjenja na odstotek in količino organske snovi v horizontih pod akumulacijskim humusnim Ah ni več ugotovljen.

Odstotek skupnega dušika se v steljarjenih in nesteljarjenih tleh v horizontu Ah bistveno ne razlikuje, vendar so količine dušika

TABELA 2  
Table 2

VPLIV STELJARJENJA NA SPREMEMBE KEMIČNIH LASTNOSTI TAL  
The effect of litter removal on changes in the chemical properties  
of soils

a = nesteljarjena tla - soils with litter intact  
b = steljarjena tla - soils bereft of litter

Prof. št. no.	Hori-zont Hori-zon	Glob. cm Depth	pH	Org. snov matt. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi				KIK CEC	V %
							Exchangeable cations					
							Ca	Mg	K	H		
3a		0-5	5.4	14.4	0.37	22.2	25.9	1.8	0.6	15.4	43.7	64.8
4 b	Ah	0-0.4	4.1	9.8	0.37	15.3	4.5	0.9	0.5	22.2	28.1	21.0
5 b		0-1	4.3	14.8	0.59	14.4	6.2	1.3	0.9	25.2	33.6	22.3
3 a		5-20	4.6	2.0	0.09	13.4	8.7	0.9	0.2	10.4	20.2	48.5
4 b	E	0.4-20	3.7	2.3	0.09	15.1	2.8	0.4	0.2	16.9	20.3	16.8
5 b		1-14	3.5	2.3	0.10	13.9	1.4	0.4	0.2	20.2	22.2	9.0
3a		20-60	5.4	1.1	0.07	8.6	19.4	0.7	0.3	8.9	29.3	70.0
4 b	Bt	20-32	4.7	1.8	0.09	11.5	9.7	0.4	0.2	11.0	21.3	48.3
5 b		14-40	6.1	1.4	0.11	7.2	17.0	0.5	0.2	7.1	24.8	71.3
7 a		1-30	4.1	13.1	0.43	17.7	15.2	4.8	0.5	10.0	30.5	67.2
8 b	Ah	1-2	3.9	8.6	0.35	14.3	1.1	0.8	0.4	17.8	20.1	11.4
7 a		3-28	4.2	3.2	0.13	14.5	5.5	2.6	0.1	8.9	17.2	48.2
8 b	E	2-30	4.0	3.8	0.09	25.8	0.5	0.3	0.1	10.7	11.6	7.7
9 a		0-2	4.6	36.8	0.62	34.6	17.5	2.5	0.6	25.4	44.0	42.3
10 b	Oh	0-2	4.0	35.6	0.69	30.5	2.3	1.1	0.8	26.5	30.7	13.6
9 a		2-6	4.7	13.2	0.37	20.7	12.2	1.9	0.4	16.8	31.3	47.6
10 b	Ah	2-3	4.0	25.3	0.42	34.5	1.4	0.8	0.7	25.4	28.3	10.3
9 a	AhBv	6-15	4.3	4.4	0.18	14.5	2.4	0.6	0.2	12.9	16.2	19.8
9 a		15-60	4.4	1.1	0.12	5.3	1.9	0.5	0.1	10.5	13.0	19.2
10 b	Bv	3-60	4.4	1.6	0.13	7.3	3.3	2.1	0.8	10.2	16.4	37.8
19 a		0-15	5.3	10.4	0.18	20.2	10.0	1.9	0.3	5.9	18.1	72.9
20 b	Ah	0-3	4.2	4.9	0.30	15.9	2.9	0.8	0.4	16.5	20.6	19.9
19 a		15-30	4.5	1.6	0.12	8.0	6.0	1.5	0.1	7.3	14.9	15.0
20 b	Bv	3-40	4.5	1.6	0.13	6.8	2.0	1.3	0.1	9.7	13.1	25.9

v steljarjenih tleh zelo majhne, ker je humusni horizont plitev.

Vpliv steljarjenja na zakisovanje tal je očiten, saj so tla zelo zakisana zlasti v horizontih Ah in E, v katerih je vrednost pH za 0,3 - 1,3 enote pH nižja kot v nesteljarjenih tleh.

Zelo značilne so spremembe količine izmenljivega kalcija, ki nastopijo kot posledica odstranitve stelje iz gozda. V horizontih Ah nesteljarjenih tal so količine kalcija 5 do 7-krat večje kot v steljarjenih tleh in znašajo od 10,0 - 25,9 me/100 g tal. V horizontih E, Bt in Bv so razlike v količini kalcija manj značilne, vendar je kalcij v nesteljarjenih tleh še vedno več (2 do 5-krat).

Stanje izmenljivega magnezija kaže podobno sliko, vendar so razlike manjše. V Ah nesteljarjenih tal je magnezija 2 do 5-krat več, 1,9 - 4,8 me/100 g tal. V spodnjih horizontih E, Bt in Bv so razlike v količini magnezija manjše.

Pri kaliju je ugotovljena popolnoma drugačna slika kakor pri kalciju in magneziju. V horizontu Ah nesteljarjenih tal je količina kalija enaka ali celonekoliko manjša kot v steljarjenih tleh in znaša 0,3 - 0,6 me/100 g tal, v steljarjenih tleh pa do 0,9 me/100 g tal. Skupne količine kalija pa so zaradi večje globine Ah v nesteljarjenih tleh večje. V spodnjih horizontih je kalija manj in ni bistvene razlike med steljarjenimi in nesteljarjenimi tlemi.

V zvezi s statusom izmenljivih baz in izmenljivo kislostjo je značilna stopnja nasičenosti z bazami, ki je v nesteljarjenih tleh mnogo višja v Ah, 47,6 - 72,9%, v steljarjenih pa 10,3 - 22,3%.

V horizontih E steljarjenih tal je slika podobna, vendar so razlike mnogo manjše. V horizontih Bt in Bv steljarjenje ne vpliva več na spremembo nasičenosti z bazami.

#### 2.4. P O V Z E T E K

Dolgotrajno vsakoletno steljarjenje rjavih pokarbonatnih tal na mehkem apnencu, rjavih pokarbonatnih spranih tal na apnencu in dolomitu ter rjavih spranih tal na laporju vpliva na spremembo nasled-

njih proučevanih lastnosti tal:

Globina akumulacijskega humusnega horizonta Ah je dva-, tri- do petkrat manjša kot v nesteljarjenih tleh in znaša pretežno 0,5 - 1 cm.

Skupne količine organske snovi in dušika so zaradi plitvega Ah zelo majhne.

Steljarjena tla so zelo zakisana v horizontih Ah in E. Vrednost pH je za 0,3 - 1,3 enote pH nižja kot v nesteljarjenih tleh.

Zelo značilno je zmanjšanje izmenljivega Ca in Mg v horizontih Ah steljarjenih tal v primerjavi z nesteljarjenimi tlemi, v katerih je 5-krat več kalcija in 2 do 5-krat več magnezija.

Količine izmenljivega kalija v horizontih Ah nesteljarjenih tal so enake ali celo manjše kot v steljarjenih tleh. Skupna količina kalija je zaradi večje globine Ah nesteljarjenih tal večja.

Stopnja nasičenosti z bazami v Ah nesteljarjenih tal je višja, 47,6 - 72,9%, steljarjenih 10,3 - 22,3%.

## 2.5. SUMMARY

A continual yearly litter removal on eutric cambic soils on soft limestone, on chromic luvisols on limestone and dolomite and on eutric cambic soils on marls, illuviated, influences the change of the following soil properties studied:

The depth of foziron Ah is two-, three to five times lower than in soils with litter intact and is mostly 0,5 - 1 cm .

The total contents of organic matter and nitrogen are due to a shallow Ah horizon very low.

Soils bereft of litter are strongly acid in Ah and E horizons, pH value is 0,3 - 1,3 units lower than those in soils with litter intact.

Very characteristic is the decrease of exchangeable Ca and Mg in horizons Ah in soils bereft of litter. In soils with litter intact the contents of Ca are 5 - 7 times higher and that of Mg two- to five times.

The amounts of exchangeable potassium in Ah horizons of soils with litter intact are the same or lower than in soils bereft of

litter. The total amounts of potassium are due to a deeper Ah higher. Base saturation percentage in soils with litter intact is higher, 47,6 - 72,9%, in comparison with soils bereft of litter (10,3 - 22,3%).

## 2.6. L I T E R A T U R A

1. DUCHAUFOR, P. (1970): Déggradations dues a des modes d'exploitation anciens. In: Précis de Pédologie, Paris, p.378-379.
2. FIEDLER, et al. (1964): Der Nährstoffkreislauf des Waldes. In: Lehrbuch der Bodenkunde, Jena, p.292-293.
3. JACKSON, M.L. (1958): Soil chemical analysis. Prentis-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
4. MINA, V.N. (1955): Krugovorot azota i zolnih elementov v dubravah lesostepi. Počvovedenie št.6, p.32-44.
5. NEBE, W. (1973): Streunutzungen. In: Fiedler et al.: Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Jena, p.273.
6. PEECH, M. et al. (1962): A critical study of the  $BaCl_2$  - trietanolamine and the ammonium acetate methods for the determining the exchangeable hydrogen content of soils. Soil Sci.Soc.Proc.26, p.37-40.
7. WITTICH, W. (1951): Der Einfluss der Streunutzung auf den Boden. (Untersuchungen an diluvialen Sandboden). Forstwiss.Cbl., p. 65-92.

3.

LASTNOSTI STELJARJENIH  
PSEVDOGLEJEV IN KISLIH RJAVIH  
TAL

*S i n o p s i s*

*LASTNOSTI STELJARJENIH PSEVDOGLEJEV IN KISLIH RJAVIH TAL*

*Trajno steljarjeni pseudogleji in kislja rjava tla imajo zelo tanek horizont Ah, 0,5 - 1 cm, zelo redko 2 - 4 cm, oz. 0,5 - 2,5 cm. Količine organske snovi in skupnega dušika so zelo majhne. Površinski horizonti so najbolj zakisani, pH 4,0 - 4,7 oz. 3,9 - 4,6. Najmanjše količine izmenljivih baz so v horizontu E pri pseudogleju (<34 cm globine): Ca 0,2 - 0,7, Mg 0,1 - 1,3, K 0,1 - 0,2 me/100 g. Kislja rjava tla imajo največ baz v horizontih Ah: Ca 0,2 - 0,6, Mg 0,3 - 0,5 in K 0,3 - 0,4 me/100 g.*

*S y n o p s i s*

*PROPERTIES OF PSEUDOGLEYS AND DYSTRIC CAMBISOLS CONTINUALLY BEREFT OF FOREST LITTER*

*Pseudogleys and dystric cambisols continually bereft of forest litter were found to have a very shallow Ah horizon, 0,5 - 1 cm, very rarely 2-4 cm and 0,5 - 2,5 cm resp., a very low amount of organic matter and total nitrogen, a very high acidity of surface soil horizons, pH 4,0 - 4,7 and 3,9 - 4,6 resp., the lowest content of exchangeable bases in E horizons of pseudogleys (<34 cm depth): Ca 0,2 - 0,7, Mg 0,1 - 1,3, K 0,1 - 0,2 me/100 g, and the highest contents of bases in Ah horizons of dystric cambisols: Ca 0,2 - 0,6, Mg 0,3 - 0,5 and K 0,3 - 0,4 me/100 g.*



### 3.1. U V O D

Steljarjenje gozdnih tal pomeni trajen odvzem organske snovi in dušika, ki je prisoten pretežno v organski snovi. Pod vplivom močnega steljarjenja se zmanjšuje tudi vsebnost lahko topljivih hranin v površinskih horizontih tal. Količina humusa je v tleh zelo majhna in zaradi tega pojema biološka aktivnost v tleh. Tla postajajo zbita, slabo propustna za vodo in zrak in imajo tudi manjšo sposobnost zadrževanja vode.

Wittich (1951, 1954) je pri proučevanju steljarjenih podzola-stih tal na diluvialnih peskih ugotovil, da se količina organske snovi ni bistveno zmanjšala po 35 letih steljarjenja, pač pa se je zelo zmanjšala količina rastlini dostopnega dušika. Vsebnost baz (Ca, Mg, K) se je zmanjšala do globine 35 cm.

Proučevanja steljarjenih rjavih pokarbonatnih tal na mehkem apnencu, rjavih pokarbonatnih spranih tal na apnencu in dolomitu in rjavih tal na laporju (Sušin, 1976) kažejo, da je humusno-akumulacijski horizont Ah zelo slabo izražen in tanek 0,5 - 1 cm. Njegova globina je 2-5 krat manjša kot v nesteljarjenih tleh. Steljarjena tla so v horizontih Ah in E zelo zakisana in za 0,3 - 1,3 pH bolj kisla kot nesteljarjena tla. Značilno je tudi zmanjšanje izmenljivega Ca in Mg v horizontih Ah, v katerih je 5 krat manj Ca in 2-5 krat manj Mg kot v nesteljarjenih tleh. Stopnja nasičenosti z bazami je zelo majhna (10,3 - 22,3%) v primerjavi z nesteljarjenimi tlemi (47 - 72,9%).

Namen te študije je proučevanje kemičnih lastnosti steljarjenih psevdoglejev in kisljih rjavih tal, da bi se ugotovile razlike v lastnostih različnih steljarjenih talnih tipov.

### 3.2. TLA IN METODE

3.2.1. Tla. Lastnosti steljarjenih tal so bile proučevane v kmečkih gozdovih in sicer v prebiralnih sestojih bukve in gradna, bukve, belega gabra in gradna, ponekod s primesjo rdečega bora ali smreke ali breze. Proučevani so bili naslednji talni tipi:

- 3.2.1.1 Psevdoglej na pliocenski in pleistocenski ilovici s prodrom in peskom: Goričko, Haloze
- 3.2.1.2 Psevdoglej - glej na pleistocenski ilovici: Lokavci pri Ljutomeru.
- 3.2.1.3
- a) kislja rjava tla na fluvioglacialnem produ in pesku: Dravsko polje (talni profil št.3)
  - b) kislja rjava tla na pleistocenski ilovici s prodrom: Kamensčak pri Ljutomeru, talni profil št.13
  - c) kislja rjava tla na glinastih skrilavcih in peščenjakih (karbon): Gorenjska, pri Trojanah, talni profili št. 5, 6, 7, 14.

### 3.2.2. Metode.

- pH določen elektrometrijsko v suspenziji tal z 0,1 N KCl 1:2,5 (Jackson, 1958),
- organska snov: po Tjurinu (9, str.42, 1966)
- skupni dušik: modificirana Kjeldahlova metoda (Jackson, 1958)
- izmenljive baze: 1 N amonijev acetat (Peech et al., 1962): Ca, Mg: atomski absorpcijski spektrofotometer Varian 1000  
K: s plamenskim fotometrom,
- izmenljiv H: 0,5 N BaCl<sub>2</sub> - 0,055 N trietanolamin, pH 8,0 (Peech et al., 1962),
- kationska izmenjalna sposobnost (KIK) ugotovljena računsko: vsota baz (S) + izmenljiv H,
- stopnja nasičenosti z bazami:  $V = \frac{S}{KIK} \times 100$

### 3.3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Zunanje morfološke lastnosti steljarjenih tal so zelo značilne. Zaradi vsakoletnega grabljenja stelje v jesenskem času, ko odpade listje, na tleh ni skoraj nobenega opada. Na vetrovnih legah, s katerih veter odpiha vse drobne ostanke opada, so tla čisto gola. Steljarjena tla pokriva mestoma le mahovna vegetacija in zelo redka ze-

liščna vegetacija.

Dolgotrajen vsakoleten odvzem stelje ima za posledico, da se debelina humusno akumulacijskega horizonta Ah zelo zmanjša. Horizont je zelo tanek, neenakomeren, slabo izražen in se ostro loči od mineralnega dela tal. Njegova debelina je pri psevdogleju 0,5 - 1 cm, zelo redko 2-4 cm, pri kisljih rjavih tleh pa 0,5 - 2,5 cm in redko 6 cm. Mestoma, zlasti na konceksnih oblikah mirkoreliefa, horizont Ah sploh ni izražen. Zaradi tega je skupna količina organske snovi zelo majhna. Razmerje ogljik: dušik (C/N) je širše, 14,1 - 24,5 (tabela 1). Ker je dušik vezan pretežno v organski snovi, so zato skupne količine dušika tudi zelo majhne. Vsebnost organske snovi v horizontih E in Bg pri psevdogleju je zelo majhna, in je takoj pod zelo plitvim Ah 10-30 krat manjša in 3-10 krat manjša v horizontih Bv kisljih rjavih tal. Kisla rjava tla v primerjavi s psevdoglejem niso čisto gola in so nekoliko bolj poraščena zlasti z rastlinami: *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum*, *Pteridium aquilinum*, *Deschampsia flexuosa*, in mahovi. Zaradi teh rastlin steljarjenje ni tako intenzivno in v tleh ostane več opada. To se odraža v večjih količinah organske snovi v horizontih Bv (0,5 - 45 cm globine), v katerih je več organske snovi, 2,2 - 4,5%, kot pri psevdogleju, ki ima organsko snov le v sledovih, pod 0,9 %. Zaradi tega steljarjenje na kisljih rjavih tleh nima tako škodljivega vpliva na zmanjšanje količine organske snovi kakor pri psevdogleju, ki so redno do čistega pograbljeni.

Zelo značilna je ostra meja med horizonti Ah in spodnjimi horizonti. To kaže na zelo slabo biološko aktivnost v steljarjenih tleh. Zaradi odstranitve stelje in bistvenega zmanjšanja organske snovi v tleh in slabe biološke aktivnosti je struktura slabo izražena, tla so zbita in počasneje propustna za vodo. Tudi zadrževalna sposobnost tal za vodo je zmanjšana.

Zakisanost steljarjenih psevdoglejev je največja v površinskih horizontih Ah in E, pH je 4,0 - 4,6. V horizontih Bg se kislost nekoliko zmanjša, pH znaša 4,2 - 4,8. Kisla rjava tla so v horizontih Ah nekoliko bolj zakisana, pH je 3,9 - 4,6, v horizontih Bv pa manj kot psevdoglej, pH je 4,3 - 5,1. Splošna značilnost steljarjenih tal je torej zakisovanje površinskih horizontov.

Ker se z odvzemom stelje prekine in poruši prirodno kroženje

TABELA 1 - nadaljevanje

## KEMIČNE LASTNOSTI STELJARJENIH TAL

Table 1 - continued

## Chemical properties of soils bereft of litter

Prof. št. no.	Horizont Horizon	Glob. cm Depth	pH	Org. snov matt. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V %
							Ca	Mg	K	S	H		
							me/100 g tal - soil						
<u>Pseudoglej - glej - Pseudogleys - gleys</u>													
11	Ah	0-2	4.2	19.6	0.57	20.0	1.3	1.3	0.6	3.2	29.2	32.4	9.9
	Eg	2-24	4.7	0.9	0.08	6.5	0.2	0.2	0.1	0.5	10.0	10.5	4.8
	Bg	24-60	4.6	0.7	0.06	7.2	0.3	0.4	0.1	0.8	10.2	11.0	7.3
	Go	60-90	4.6	0.4	0.04	6.5	3.8	4.1	0.1	8.0	8.0	16.0	50.0
<u>Kisla rjava tla - Dystric cambisols</u>													
3	Ah	0-0.5	3.9	18.1	0.52	20.2	0.2	0.4	0.4	0.8	28.7	29.5	2.7
	Bv <sub>1</sub>	0.5-24	4.7	2.2	0.15	8.7	0.1	0.1	0.0	0.2	13.0	13.2	1.5
	Bv <sub>2</sub>	24-50	4.8	1.2	0.13	5.4	0.1	0.1	0.0	0.2	11.0	11.2	1.8
	BvC	50-70	4.8	0.9	0.08	6.5	0.1	0.1	0.0	-0.2	6.2	6.4	3.1
5	Ah	0-2	4.1	15.1	0.41	21.4	0.6	0.5	0.3	1.4	25.7	27.1	5.2
	Bv <sub>1</sub>	2-30	4.5	4.5	0.20	13.2	0.2	0.1	0.1	0.4	18.5	18.9	2.1
	Bv <sub>2</sub>	30-70	4.6	1.5	0.12	7.3	0.1	0.1	0.1	0.3	12.5	12.8	2.3
6	Ah	0-0.5	4.0	9.4	0.19	28.8	0.6	0.3	0.3	1.2	18.7	19.9	6.0
	Bv <sub>1</sub>	0.5-24	4.3	2.6	0.09	17.0	0.1	0.1	0.1	0.3	9.5	9.8	3.1
	Bv <sub>2</sub>	24-60	4.4	2.3	0.08	16.4	0.1	0.1	0.1	0.3	9.0	9.3	3.2
7	Ah	0-6	3.9	17.7	0.44	24.4	0.4	0.4	0.4	1.2	29.5	30.7	3.9
	Bv <sub>1</sub>	6-45	4.5	3.4	0.11	17.9	0.1	0.1	0.1	0.3	15.5	15.8	1.9
	Bv <sub>2</sub>	45-85	4.7	0.9	0.08	6.5	0.1	0.1	0.1	0.3	9.2	9.5	3.2
13	Ah	0-1	4.6	9.9	0.23	24.9	0.2	0.3	0.4	0.9	21.7	22.6	4.0
	Bv <sub>1</sub>	1-25	4.9	2.2	0.09	14.4	0.1	0.1	0.1	0.3	10.0	10.3	2.9
	Bv <sub>2</sub>	25-70	4.8	1.4	0.06	13.3	0.2	0.6	0.1	0.9	9.0	9.9	9.1
14	Ah	0-2.5	4.4	17.2	0.43	23.1	0.4	0.4	0.4	1.2	26.7	27.9	4.3
	Bv	2.5-33	4.8	3.5	0.10	20.1	0.1	0.1	0.1	0.3	12.2	12.5	2.4
	BvC	33-59	5.2	1.6	0.06	15.0	0.1	0.0	0.1	0.2	6.5	5.7	3.0

TABELA 1

## KEMIČNE LASTNOSTI STELJARJENIH TAL

Table 1

## Chemical properties of soils bereft of litter

Prof. št. no.	Hori-zont Hori-zon	Glob. cm Depth	pH	Org. snov matt. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V %
							Ca	Mg	K	S	H		
me/100 g tal - soil													
P s e v d o g l e j - P s e u d o g l e y s													
1	Ah	0-1	4.0	11.7	0.33	20.6	1.1	0.7	0.5	2.3	21.7	24.0	9.6
	E	1-34	4.3	1.6	0.11	8.7	0.2	0.2	0.1	0.5	15.7	16.2	3.1
	Bg	34-120	4.3	0.9	0.03	17.3	0.4	1.5	0.1	2.0	17.0	19.0	10.5
2	Ah	0-1,5	4.0	15.1	0.44	19.9	0.5	0.5	0.5	1.5	26.5	28.0	5.3
	E	1,5-40	4.4	0.9	0.09	5.8	0.1	0.1	0.1	0.3	11.0	11.3	2.7
	Bg	40-90	4.6	0.6	0.08	4.4	0.2	1.5	0.1	1.8	13.2	15.0	12.0
4	Ah	0-1	4.2	14.0	0.50	16.2	2.5	1.9	0.9	5.3	27.5	32.8	16.2
	E	1-30	4.1	1.0	0.12	5.0	0.3	3.5	0.1	3.9	20.5	24.4	16.0
	Bt	30-90	4.2	0.7	0.09	4.8	0.5	3.7	0.1	4.3	15.2	19.5	22.1
	Bg	90-120	4.6	0.4	0.05	5.2	10.7	7.7	0.2	18.6	12.0	30.6	60.8
8	Ah	0-3	4.5	11.6	0.32	19.8	0.9	0.8	0.9	2.6	19.2	21.8	11.9
	E	3-30	4.5	0.9	0.08	6.5	2.2	5.0	0.1	7.3	14.2	21.5	34.0
	Bg	30-90	4.6	0.7	0.07	5.6	7.9	9.7	0.1	17.7	13.0	30.7	57.6
9	Ah	0-4	4.6	11.3	0.29	22.7	1.3	1.4	0.9	3.6	17.5	21.1	17.1
	E	4-14	4.4	1.9	0.07	16.0	0.7	1.3	0.2	2.2	14.2	16.4	13.4
	Bg	14-60	4.7	0.6	0.09	7.0	9.9	6.6	0.2	16.7	8.6	25.3	66.0
10	Ah	0-0.5	4.6	9.1	0.35	14.9	1.8	2.3	0.9	5.0	18.5	23.5	21.3
	E	0.5-25	4.6	1.2	0.09	7.8	0.3	1.1	0.1	1.5	10.8	12.3	12.3
	Bg	45-75	4.7	0.4	0.06	4.3	4.1	5.1	0.1	9.3	9.2	18.5	50.3
12	Ah	0-2	4.3	21.1	0.50	24.5	0.3	0.6	0.5	1.4	29.2	30.6	4.6
	E	2-25	4.6	0.7	0.08	4.9	0.2	0.1	0.1	0.4	9.5	9.9	4.0
	Bg	50-90	4.8	0.6	0.06	5.8	1.6	2.6	0.1	4.3	10.2	14.5	30.0

baz (Ca, Mg, K), so v steljarjenih tleh zelo značilne njihove količine in razporeditev po horizontih. Z bazami najbolj osiromašen je horizont E pri psevdogleju (globina 0,5 - 34 cm), ki ima le 0,2 - 0,7 me izmenljivega Ca, 0,1 - 1,3 me Mg in K 0,1 - 0,2 me/100 g. Zato je tudi stopnja nasičenosti z bazami zelo nizka, 2,7 - 16%. Horizont Ah vsebuje nekoliko več izmenljivih baz, ki se sproščajo pri mineralizaciji sicer zelo majhnih količin organskih snovi. Te količine so v primerjavi s horizontom E precej večje, vendar še vedno majhne in znašajo: Ca 0,3 - 2,5, Mg 0,6 - 2,3 in K 0,5 - 0,9 me/100 g tal. Stopnja nasičenosti z bazami je 4,6 - 21,3.

Spodnji horizonti Bg vsebujejo relativno največ izmenljivega Ca in Mg, razen pri talnih profilih št.1 in 2, pri katerih je največ baz v Ah. Stopnja nasičenosti z bazami je precej višja, 10,5 - 66%. Zelo značilna je razporeditev izmenljivega K, ki ga vsebuje največ sicer zelo plitev Ah, njegove količine so včasih enake količinam Ca in Mg in znašajo 0,5 - 0,9 me/100 g tal. Te količine so v zvezi s specifičnim načinom kroženja K, ki se že v času rasti izpira iz listov.

Kisla rjava tla na karbonskih glinastih skrilavcih in peščenjaki so v primerjavi s proučevanimi psevdogleji revnejša z bazami v vseh horizontih. Največ baz vsebuje plitev horizont Ah, količine pa so zelo majhne: Ca 0,2 - 0,6, Mg 0,3 - 0,5 in K 0,3 - 0,4 mg/100g. Stopnja nasičenost z bazami je zelo nizka, 2,7 - 6,0%. Spodnji horizonti Bv vsebujejo manj baz, 0,1 - 0,2 me/100 g. Zaradi tega je stopnja nasičenosti z bazami zelo nizka, 1,5 - 3,2%. Kisla rjava tla so že po naravi revna z bazami. Zato ni mogoče tako majhnih količin baz pripisovati samo škodljivemu vplivu steljarjenja na te tleh, vendar pa je steljarjenje tem bolj škodljivo, čim bolj so tla revna z bazami, oz. z rastlinskimi hranili.

#### 3.4. P O V Z E T E K

Trajno steljarjeni psevdogleji in kisla rjava tla imajo zelo tanek humusno akumulacijski horizont Ah: 0,5 - 1,0 cm, zelo redko 2-4 cm, oz. 0,5 - 2,5 cm. Zaradi tega in zaradi zelo nizke vsebnosti organ-

ske snovi v spodnjih horizontih so skupne količine organske snovi in dušika v tleh zelo majhne.

Značilna lastnost steljarjenih psevdoglejev in kisljih rjavih tal je velika zakisanost površinskih horizontov. Stopnja zakisanosti je večja pri kisljih rjavih tleh, pH 3,9 - 4,6, nekoliko manjša pa pri psevdoglejih, pH 4,0 - 4,7.

Z izmenljivimi bazami je najbolj reven horizont E psevdogleja (34 cm globine): Ca 0,2 - 0,7, Mg 0,1 - 1,3, K 0,1 - 0,2 me/100 g.

Kisla rjava tla so v primerjavi s psevdogleji revnejša z bazami v vseh horizontih. Največ baz vsebuje plitev horizont Ah: Ca 0,2 - 0,6, Mg 0,3 - 0,5 in K 0,3 - 0,4 me/100 g.

### 3.5. S U M M A R Y

Pseudogleys and dystric cambisols continually bereft of forest litter were found to have very shallow Ah soil horizons, 0,5 - 1,0 cm, very rarely 2-4 cm and 0,5 - 2,5 cm resp. Due to this property and due to very low contents of organic matter in horizons underlying Ah horizons, the total amount of organic matter and of total nitrogen was very low. The typical property of soils studied was a very high acidity of surface soil horizons. The pH value of dystric cambisols was lower, 3,9 - 4,6 in comparison with pseudogleys, 4,0 - 4,7. The exchangeable bases were the lowest in E horizons: Ca 0,2 - 0,7, Mg 0,1 - 1,3, K 0,1 - 0,2 me/100 g. Dystric cambisols were poorer in bases than pseudogleys, the highest amounts were found in Ah horizons: Ca 0,2 - 0,6, Mg 0,3 - 0,5, K 0,3 - 0,4 me/100 g.

### 3.6. L I T E R A T U R A

1. DUCHAUFOR, P. (1970): Dégénération dues a des modes d'exploitation anciens. In: Précis de Pédologie, Paris, p.378-379
2. FIEDLER, et al. (1964): Der Nährstoffkreislauf der Walder. In: Lehrbuch der Bodenkunde, Jena, p.292-293
3. JACKSON, M.L. (1958): Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
4. NEBE, W. (1973): Streunutzungen. In: Fiedler et al.: Forstliche Pflanzenernährung und Düngung, Jena, p.273
5. PEECH, M. et al. (1962): A critical study of the  $BaCl_2$  - trietanolamine and the ammonium acetate methods for the determining the exchangeable hydrogen content of soils. Soil Sci. Soc. Proc. 26, p.37-40
6. SUŠIN, J., KALAN, J. (1976): Vpliv steljarjenja na nekatera tla na karbonatni matični podlagi (v tisku, Zbornik gozdarstva in lesarstva)
7. WITTICH, W. (1951): Der Einfluss der Streunutzung auf den Boden. (Untersuchungen an diluvialem Sandboden). Forstwiss. Cbl. 70, p.65-92
8. WITTICH, W. (1954): Die Melioration streugenutzer Böden. Forstwiss. Cbl. 73, p.211-232
9. \* (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd 1966.



4.

ONEČIŠČENJE TAL S FLUORJEM V  
BLIŽINI TOVARNE ALUMINIJA IN  
OPEKARNE

*S i n o p s i s*

ONEČIŠČENJE TAL S FLUORJEM V BLIŽINI TOVARNE ALUMINIJA  
IN OPEKARNE

*V neposredni bližini tovarne aluminija so od začetka obratovanja v kisljih rjavih tleh na fluvioglacialnem produ količine F nekoliko večje v horizontih Ah oz. Ap do globine 18 cm, 128 ppm, v primerjavi s tlemi izven ogroženega območja, v katerih je 16 ppm F. V bližini opekarne, ki obratuje 5 let, so v psevdoglejenih tleh 300 m od opekarne količine F neznatno večje: 128 ppm v Ah, do 10 cm globine, na drugih mestih (500 - 600 m) pa ni povečanja F.*

*S y n o p s i s*

SOIL FLUORINE POLLUTION IN THE VICINITY OF ALUMINUM  
FACTORY AND BRICKYARD

*In the vicinity of aluminum factory (1943) in acid brown soils on fluvioglacial deposits the amounts of F are slightly increased to 128 ppm in Ah or Ap horizons in comparision to control soils with 16 ppm F.*

*In pseudogley soils 300 m from the brickyard (5 years) the amount of F is slightly increased to 128 ppm in Ah horizon (10 cm depth). On other places (500-600 m) no increase of F is found.*

#### 4.1. U V O D

V bližini nekaterih industrijskih objektov se bolj ali manj močno kopičijo v tleh škodljive snovi, ki jih tovarne emitirajo v zrak. Tako so ugotovili (Vetter et al., 1971), da se je količina F v tleh dvakrat povečala in je dosegla 600 - 700 ppm v oddaljenosti do 700 m. V večji oddaljenosti od tovarne (0.7 - 9.6 km) je kopičenje F v tleh zelo majhno in nad 12 km ni bilo več ugotovljeno. Poškodbe na rastlinah in živalih so ugotovljene v okolici tovarne do 3 km.

Kopičenje F v tleh lahko povzroča toksičnost za mikroorganizme, kar zmanjšuje razkroj oz. mineralizacijo organske snovi. V bližini tovarne aluminija so ugotovili (Dhruva et al., 1978), da je količina organske snovi v pozitivni korelaciji z vsebnostjo F v tleh. V neposredni bližini tovarne (500 m) je vsebnost F znašala 1803 ppm, pri 1 km 1678 ppm, pri 5 km 869 ppm in pri 16 km 468 ppm v primerjavi s 380 ppm F v neonečiščenih tleh.

Iz drugih raziskav je razvidno, da koncentracije skupnega F v tleh zelo nihajo: 10-70-618-1200 ppm, poprečno pa okoli 200-292 ppm. (Omueti et al., 1977, Köpf et al. 1968). V humidni klimi se F izpira iz tal čim bolj so tla zakisana, vendar so izprane količine zelo majhne.

Namen te raziskave je ugotoviti obseg onečiščenja tal s F v bližini tovarne aluminija, ki je začela obratovati 1943, in v bližini opekarne, ki je začela proizvajati klinker 1975 leta. Količine emitiranega F niso ugotovljene. Onečiščenje s F povzroča poškodbe na vegetaciji. Vsebnost F v enoletnih iglicah rdečega bora in smreke se je povečala na 55 do 175 ppm v triletnih iglicah pa na 81 do 451 ppm. Količina F v iglicah iz neogroženih področij je zelo nizka, 3-5 ppm. (Šolar, 1977).

#### 4.2. TLA IN METODE

##### 4.2.1. Tla

V bližini tovarne aluminija so kisljaka tla na fluvioglacialnemrodu, v bližini opekarne pa psevdogleji.

#### 4.2.2. Metode

- pH določen elektrometrijsko v solni suspenziji tal z 0,1 N KCl 1:2,5 (Jackson, 1958)
- organska snov: po Tjurinu (1966)
- skupni dušik: modificirana Kjeldahlova metoda (Jackson, 1958)
- izmenljivi kationi: 1 N amonijev acetat (Peech et al., 1962)  
Ca, Mg: atomski absorpcijski spektrofotometer Varian 1000, K: s plamenskim fotometrom ,
- izmenljiv H: 0.5 N BaCl<sub>2</sub> - 0.055 N trietanolamin pH 8,0 (Peech et al., 1962),
- kationska izmenjalna sposobnost (KIK) ugotovljena računsko:  
vsota baz (S) + izmenljiv H
- stopnja nasičenosti z bazami:  $V = \frac{S}{KIK} \times 100$
- skupni F je bil določen z IKA-univerzalno bombo (Wurzschildt, 1950), fluorid je bil določen z elektrodo, občutljivo na fluoridne ione, direktna določitev fluoridov izvedena potenciometrično (Ehrenberg F. et al., 1973).

#### 4.3. REZULTATI IN DISKUSIJA

V neposredni bližini tovarne aluminija, ki obratuje od leta 1943, so v kislih rjavih tleh na fluvioglacialnem produ, peščeno ilovnatih, ugotovljene nekoliko povečane količine F v površinskih horizontih Ah oz. Ap do globine 18 cm, ki znašajo do 128 ppm v primerjavi s tlemi, ki so izven ogroženega območja in imajo 16 ppm F (Tabela 1). Te sicer povečane količine F v tleh so še vedno precej manjše od poprečne vsebnosti F v tleh, ki znaša okoli 200-292 ppm F. Tako je mogoče ugotoviti, da so zaradi emitiranega F mnogo bolj poškodovane rastline (rdeči bor) kot pa tla, v katerih razen nekoliko povečane vsebnosti F niso ugotovljene druge škodljive posledice.

V bližini opekarne, ki proizvaja klinker šele 5 let in emitira F v okolico, so nastopile poškodbe na vegetaciji (smreki) zelo

KEMIČNE LASTNOSTI TAL IN VSEBNOST FLUORJA V TLEH  
 CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND FLUOR CONTENT IN SOILS

TABELA 1  
 Table 1

Št. No.	Oddaljenost od tovarne Site location from the fac.	Hori- zont Hori- zon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov matter %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base satur. %	F ppm	Tovarna Factory
								-----								
								Ca	Mg	K	S	H				
me/100 g tal-soil																
1	400 m(S)	Oh	1.5-5	4.6	42.8	1.33	18.6	13.8	2.6	6.7	23.1	35.5	58.6	44.5	64	Tovarna aluminija
		Ah	5-6	4.4	19.0	0.54	20.4	4.4	1.0	3.2	8.6	28.7	37.3	23.1	76	
		Bv	7-20	4.5	5.6	0.20	17.2	1.3	0.4	1.2	2.9	19.7	22.6	12.6	52	
		Bv	30-60	4.7	3.6	0.15	14.0	0.5	0.2	0.6	1.3	16.5	17.8	6.9	56	
2	500 m	Ah	0-5	5.1	11.2	0.33	19.4	4.2	1.2	0.8	6.2	16.1	22.3	28.2	128	Aluminium factory
		Bv	5-45	4.8	2.6	0.24	6.4	0.3	0.1	0.3	0.7	11.3	12.0	6.1	74	
		BvC	45-100	4.7	1.1	0.10	5.9	0.2	0.0	0.2	0.4	4.5	4.9	8.7	44	
3	1000 m	Ah	0-2	4.9	11.3	0.34	19.2	2.3	0.8	1.0	4.1	17.3	21.4	19.1	74	
		Ap	2-18	4.8	2.9	0.12	13.9	0.2	0.1	0.3	0.6	10.0	10.6	5.6	60	
		Bv	18-38	4.8	1.5	0.12	7.3	0.2	0.0	0.1	0.3	8.5	8.8	3.6	52	
		BvC	38-65	4.9	0.4	0.07	3.4	0.2	0.02	0.1	0.3	6.5	6.8	3.8	50	
4	Kontrola	Ah	0.5-1.5	4.3	29.0	0.50	33.7	2.1	0.6	2.6	5.3	27.3	32.6	16.5	16	
		Bv	2-50	4.8	2.8	0.11	14.9	0.2	0.1	0.4	0.7	21.5	22.2	2.8	16	
1	300 m (E)	Ah	0-10	6.3	6.7	0.28	13.9	7.5	2.7	0.33	10.5	4.7	15.2	68.9	128	
		Eg	10-30	6.1	2.7	0.12	13.4	4.8	1.3	0.20	6.3	7.2	13.5	46.7	100	
		Btg	30-65	5.1	1.3	0.07	10.6	3.9	1.9	0.26	6.1	36.3	42.4	14.5	84	
2	500 m(SE)	OhAh	0.3-4	4.3	25.2	1.01	14.5	1.1	0.7	6.8	8.6	-	-	-	20	Opekarna
		E	4-30	4.4	2.0	0.08	12.7	0.2	0.2	1.1	1.5	19.2	20.7	8.0	18	
		Btg	30-90	4.3	1.6	0.05	18.2	0.9	0.2	1.2	2.3	18.0	20.3	25.1	22	
3	600 m(SE)	OhAh	0-3	4.5	33.3	0.78	24.9	0.9	0.6	1.6	3.1	12.6	15.7	20.0	66	Brickyard
		E	3-45	4.8	3.5	0.13	15.7	0.2	0.1	0.3	0.6	12.2	12.8	4.8	74	
		Btg	45-65	4.7	1.0	0.09	7.1	0.5	0.5	0.2	1.2	12.6	13.8	8.7	90	
4	Kontrola	Ah	0-8	4.6	19.3	0.57	19.5	0.7	0.4	1.4	2.5	25.2	27.7	9.2	66	
		E	8-45	4.8	3.5	0.16	12.8	0.2	0.1	0.2	0.5	11.2	11.7	3.6	132	
		Btg	45-80	4.7	1.0	0.11	9.2	0.4	0.4	0.2	1.0	11.5	12.5	8.5	100	

občutno, medtem ko se je vsebnost F v psevdoglejenih tleh 300 m od opekarne neznatno povečala do 128 ppm v horizontu Ah (do 10 cm), na drugih mestih (500 - 600 m) pa v tleh še ni ugotovljeno nobeno povečanje F, saj znašajo količine F na neogroženih tleh enako oz. celo nekoliko več. Petletna doba obratovanja in emitiranja F je le kratka doba, da bi se v tleh že znatno povečala količina F.

#### 4.4. P O V Z E T E K

V neposredni bližini tovarne aluminija, ki od leta 1943 emitira F v okolico, so v kisljih rjavih tleh na fluvioglacialnem produ, peščeno ilovnatih, količine F nekoliko večje v površinskih horizontih Ah oz. Ap do globine 18 cm in znašajo do 128 ppm v primerjavi s tlemi, ki so izven ogroženega območja in imajo 16 ppm F.

V bližini opekarne, ki emitira fluor 5 let, so nastopile poškodbe na smreki, medtem ko je vsebnost F v psevdoglejenih tleh 300 m od opekarne neznatno večja, do 128 ppm v Ah (do 10 cm globine), na drugih mestih (500 - 600 m) pa še ni ugotovljeno nobeno povečanje F.

#### 4.5. S U M M A R Y

In the vicinity of aluminum factory (1943) in acid brown soils on fluvioglacial deposits, sandy loamy, the amounts of F are slightly increased to 128 ppm in Ah or Ap horizons in comparison to control soils with 16 ppm F.

In pseudogley soils 300 m from the brickyard (5 years) the amount of F is slightly increased, 128 ppm in Ah horizon (10 cm depth). On other places (500 - 600 m) no increase of F is found.

#### 4.6. L I T E R A T U R A

1. DHRUVA,N.R.and DHIRENDRA,P.(1978): Effect of fluoride pollution on the organic matter content. Plant and Soil 49:653-656
2. EHRENBERGER,F.,GORBACH,S.(1973): Methoden der organischen Elementar - und Spurenanalyse Verlag Chemie/Wienheim
3. JACKSON,M.L.(1958): Soil chemical analysis Prentice-Hall Inc.,Englewood Cliffs, N.J.
4. KÖPF,H.,OELSCHLÄGER,W.& BLEICH,K.E.(1968): Fluorgehalte in Boden- und Gesteinsbürtigen Ursprungsgewässern. Z.Pflanzenernähr.u.Bodenkunde 121:133-141
5. OELSCHLÄGER,W.(1968): Zur Fluoranreicherung des Bodens durch Flugstaub und Düngemittel. Z.Pflanzenernähr.u.Bodenkunde 121:142-146
6. OMUETTI,J.A.& JONES,R.L.(1977): Regional Distribution of fluorine in Illinois soils SSSA Journal Vol.41:771-774
7. ŠOLAR,M.(1977): Poškodbe vegetacije (gozdov) vsled onesnaženja zraka. Zvezek 3. in 6. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF, Ljubljana
8. VETTER,H., MAHLHOP,R.(1971): Untersuchungen über Blei-Zink- und Fluor-Immissionen und dadurch verursachte Schäden an Pflanzen und Tieren. Lander.Forsch.24:294-315
9. WURZSCHMITT (1950): Chemiker - Zeitung 27/1950 ,356-360
10. \* (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd.

5.

ONEČIŠČENJE TAL Z ŽVEPLOM V  
BLIŽINI TOVARN.



*S i n o p s i s*

*ONEČIŠČENJE TAL Z ŽVEPLOM V BLIŽINI TOVARN*

*V okolici tovarne A z dnevno emisijo 100 t SO<sub>2</sub> v globoki dolini je zaradi žvepla močno poškodovana vegetacija. V tleh na dolomitu in laporju ni tendence zakisovanja še zlasti ne zaradi bližnje cementarne, ki emitira precej apnenčastega prahu.*

*V bližini tovarne B z 18 t SO<sub>2</sub> dnevno kažejo tla na nekarbonatni matični podlagi tendenco zakisovanja in imajo v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79% S, v horizontih Ah pa je količina S manjša, 0.06 - 0.18%. Tla na karbonatni matični podlagi ne kažejo tendence zakisovanja.*

*S y n o p s i s*

*SOIL SULPHUR POLLUTION IN THE VICINITY OF FACTORIES*

*In the vicinity of factory A with a daily 100 t SO<sub>2</sub> emission in a deep waley is the vegetation severely damaged. In soils on dolomite and marl there is no acidification especially due to factory, emitting calcareous fine material.*

*In the vicinity of factory B with a daily 18 t SO<sub>2</sub> emission the soils on uncalcareous parent material show a slight acidification and have in Ol, Of and Oh horizons 0.15 - 0.79% S and 0.06 - 0.18 % in Ah horizons. Soils on calcareous parent material do not show acidification due to increased S.*

## 5.1. U V O D

Vpliv kislinskih padavin, ki vsebujejo  $\text{SO}_2$  iz industrijskih objektov, je najbolj značilen na pH tal in na stopnjo nasičenosti tal z bazami. Tako so Mc Fee et al. (1977) ugotovili, da se je po stoletnih kislinskih padavinah stopnja nasičenosti tal z bazami v zgornjih 20 cm zmanjšala za 20% in kislost tal povečala za 0.6 enote pH. Oden (1976) je ugotovil, da se je v bližini topilnice bakra po 500 letih pH tal znižal za 1 enoto in stopnja nasičenosti tal z bazami znižala za 10%.

Lizimetske raziskave (Abrahamsen, 1977) kažejo na veliko povečanje izpiranja kalcija iz tal, če je pH vode, ki pronica skozi tla, pod pH 3.0, medtem ko v nekaj letih ni pričakovati negativnega vpliva na tla in organizme, če je pH vode nad 4.0. Nyborg et al. (1977) so ugotovili, da je približna stopnja zakisovanja tal pri dnevni emisiji 150 t S približno 1 enota pH v teku 10 - 20 let emisije S. Kisel dež vpliva na procese v tleh mnogo prej, kot se to lahko ugotovi z analizo poprečnega vzorca tal (Tamm, 1977). Tudi drugi avtorji navajajo vpliv  $\text{SO}_2$  na povečano zakisovanje tal (Antonović et al., 1972).

Namen teh raziskav je ugotoviti vpliv  $\text{SO}_2$  iz industrijskih objektov na onečiščenje tal s S in ugotoviti stopnjo zakisovanja tal v okolici 2 industrijskih objektov. Objekt A deluje od 1926 leta in precej več emitira  $\text{SO}_2$  od 1968 leta, poprečna dnevna emisija  $\text{SO}_2$  je 100 t. Objekt B deluje mnogo več časa kot A, vendar stopnje emisije  $\text{SO}_2$  niso bile znane, zdaj znaša 18 t  $\text{SO}_2$  dnevno.

## 5.2. T L A I N M E T O D E

### 5.2.1. T l a

V okolici objekta A so bila proučevana tla pod uničenim gozdom (zaradi  $\text{SO}_2$ ) na travniku in na njivah, v coni zelo močno poškodovane vegetacije zaradi  $\text{SO}_2$ . Proučevana tla so: rendzina na dolomitu (št. 1 in 2) in pokarbonatna rjava tla na dolomitu (št. 3, 4, 5).

V okolici objekta B so bila proučevana rendzine na dolomitu (št. 2 in 5) in kislja rjava tla na granititu, na glinastih skrilav-

cih in na blestnikih (št. 1, 3, 4, 6) v različnih conah poškodovanosti vegetacije zaradi  $\text{SO}_2$ : zelo močno poškodovana vegetacija (št.5), močno poškodovana vegetacija (št.2), srednje močno poškodovana vegetacija (št.1, 4, 6) in malo poškodovana vegetacija (št.3).

### 5.2.2. Metode

- pH določen elektrometrijsko v solni suspenziji tal z 0,1N KCl 1: 2.5 (Jackson, 1958)
- organska snov: po Tjurinu, 1966)
- skupni dušik: modificirana Kjeldahlova metoda (Jackson, 1958)
- izmenljivi kationi: 1 N amonijev acetat (Peech et al.1962)  
Ca,Mg: atomski absorpcijski spektrofotometer Varian 1000, K: s plamenskim fotometrom
- izmenljiv H: 0.5 N  $\text{BaCl}_2$  - 0.055 N trietanolaminpH 8.0 (Peech et al., 1962)
- kationska izmenjalna sposobnost (KIK) ugotovljena računsko: vsota baz (S) + izmenljiv H
- stopnja nasičenosti z bazami:  $V = \frac{S}{KIK} \times 100$
- skupno žveplo: Eschka zmes:2 dela  $\text{MgO}$  + 1 del  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  .  
S določeno gravimetrično z 10%  $\text{BaCl}_2$  (Standard Methods of Chemical Analysis, 6<sup>th</sup> Edition, 1962).

### 5.3. REZULTATI IN DISKUSIJA

V okolici tovarne A je v primerjavi s tovarno B mnogo večja emisija  $\text{SO}_2$ , saj znaša 100 t dnevno. Zaradi tako močnega izvora  $\text{SO}_2$  in še posebej zaradi velike doline, v kateri je tovarna z majhnim dimnikom (kasneje so dimnik močno povišali), je prišlo do zelo hudih poškodb vegetacije, drevesa so se posušila. V isti dolini je še cementarna, ki emitira v okolico nekoliko apnenčastega prahu, ki razkisa kisle padavine. Tako je iz analitskih podatkov (tabela 1) razvidno, da se kislost tal ni nikjer bistveno povečala in pH znaša nad 6. Tudi stopnja nasičenosti tal z bazami je precej visoka, saj zna-

TABELA 1  
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL IN VSEBNOST ŽVEPLA V TLEH  
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND SUPHUR CONTENT IN SOILS

Štev. No. prof.	Oddaljenost od tovarne Site locati-on from fac.	Horizont Horizon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov mather. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base. satur. %	S %	Opomba Remarks		
								Ca	Mg	K	S	H						
													me/100g tal-soil					
1.	2200 m	Of	2-5	5.6	39.5	0.81	28.3	20.9	3.2	5.1	29.2	30.5	59.7	48.9	0.43			
		Ah	5-7	7.2	14.9	0.39	22.2	20.5	5.5	1.9	27.9	4.0	31.9	87.5	0.07			
2.	1600 m	Ah <sub>1</sub>	0-10	6.4	14.0	0.67	12.4	18.7	4.8	1.7	25.2	9.7	34.9	72.1	0.13			
		Ah <sub>2</sub>	10-35	6.6	8.1	0.47	9.9	15.0	4.8	0.4	20.2	6.5	26.7	75.8	0.09			
		Ah <sub>3</sub>	35-65	6.7	6.0	0.38	9.7	19.9	6.1	0.3	26.3	9.0	35.3	74.6	0.06			
3.	2100 m	Oh	0-0.7	6.0	27.4	0.75	21.2	20.4	2.5	7.4	30.3	22.2	52.5	57.6	0.34	Tovarna A		
		Ah	0.7-6.0	6.1	12.1	0.48	14.6	19.6	2.8	3.7	26.1	16.5	42.6	61.2	0.26			
		Bv	6-38	4.9	5.6	0.20	16.4	8.9	2.1	1.7	12.7	14.5	27.2	46.7	0.19			
4.	2200 m	Ap	0-18	6.8	5.5	0.30	10.5	8.8	3.4	2.8	15.0	8.0	23.0	65.2	0.08	Factory A		
		Ah	18-34	6.7	5.0	0.28	10.4	7.8	3.3	1.3	12.4	8.5	20.9	59.3	0.07			
		Bv	55-85	6.6	3.4	0.20	9.9	6.4	3.1	1.3	10.8	7.5	18.3	58.8	0.03			
5.	2000 m	Ap	0-15	6.7	5.9	0.32	10.7	8.3	3.3	1.3	12.9	6.5	19.4	66.7	0.06			
		ABv	15-27	6.3	5.2	0.26	11.7	7.7	3.8	0.7	12.2	6.5	18.7	65.1	0.06			
		Bv	27-70	6.3	2.5	0.13	10.9	7.9	4.9	0.6	13.4	6.7	20.1	66.7	0.03			
6.	Kontrola	Ah <sub>1</sub>	0-10	6.4	9.4	0.43	12.6	10.3	6.5	0.4	17.2	4.7	21.9	78.3	0.07			
		Ah <sub>2</sub>	10-25	6.4	6.6	0.30	12.7	10.4	6.6	0.4	17.4	5.5	22.9	75.9	0.04			
		Ah <sub>3</sub>	25-60	6.4	5.2	0.22	14.0	9.4	5.8	0.5	15.6	6.4	22.0	71.1	0.04			
1.	2500 m	Ol	0-2	-	95.1	1.29	37.4	-	-	-	-	-	-	-	0.31			
		Of	2-6	3.5	87.4	2.30	18.3	1.1	0.6	8.1	9.8	-	-	-	0.33			
		Ah	7-16	3.7	34.5	0.78	17.4	0.2	0.3	2.3	2.8	35.5	38.3	7.4	0.18			
		Bv	16-40	4.3	8.1	0.22	18.0	0.1	0.1	0.8	1.0	30.0	31.0	3.3	0.08			
		Bv	40-90	4.7	3.6	0.16	13.1	0.1	0.1	0.9	1.1	23.0	24.1	4.5	0.07			

TABELA 1  
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL IN VSEBNOST ŽVEPLA V TLEH  
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND SUPHUR CONTENT IN SOILS

Nadaljevanje  
Continued

Štev. No. prof.	Oddaljenost od tovarne Site locati- on from fac.	Horizont Horizon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov mather. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base. satur. %	S %	Opomba Remarks
								Ca	Mg	K	S	H				
2.	2500 m	01	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.79	Tovarna B
		Of	3-7	4.3	67.3	1.10	35.6	10.8	2.6	1.6	15.0	-	-	-	0.25	
		Ah <sub>1</sub>	7-11	4.5	57.1	1.10	32.6	9.2	4.1	2.1	15.4	-	-	-	0.18	
		Ah <sub>2</sub>	11-30	6.3	20.6	0.81	14.8	25.8	4.7	1.2	31.7	8.5	40.2	78.9	0.09	
3.	2700 m	Of	2-6	3.9	75.3	1.23	35.6	6.0	1.4	2.9	10.3	39.0	49.3	21.1	0.20	Factory
		Oh	6-19	3.9	63.1	1.15	31.9	5.9	1.8	2.5	10.2	-	-	-	0.18	
		Ah	19-22	3.9	30.8	0.45	40.2	0.9	0.5	1.9	3.3	39.7	43.0	7.5	0.07	
		Bv	22-34	4.5	11.4	0.26	24.9	0.2	0.1	0.5	0.8	29,8	30.6	2.5	0.06	
4.	2000 m	Oh	1.5-3	3.8	60.9	1.14	30.8	4.7	1.5	3.1	9.3	-	-	-	0.18	B
		Ah	3-6	4.2	21.9	0.50	24.9	0.4	0.2	0.8	1.4	38.7	40.1	3.3	0.06	
		Bv	6-16	4.7	10.4	0.26	22.8	0.1	0.1	0.2	0.4	30.3	30.7	1.2	0.06	
		BvC	16-70	5.2	1.9	0.10	12.3	0.2	0.2	0.1	0.5	17.3	17.8	3.0	0.03	
5.	800 m	01	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	
		Of	10-20	3.6	69.4	1.17	34.4	1.6	1.4	1.3	4.3	-	-	-	0.38	
		Oh	20-28	-	-	-	-	4.4	3.2	1.5	9.1	-	-	-	0.31	
		Ah	28-40	6.3	15.2	0.40	23.3	10.9	5.8	0.4	17.1	4.0	21.1	81.1	0.07	
6.	6000 m	Oh	12-16	4.2	38.5	0.99	22.4	1.7	0.7	3.3	5.7	39.5	45.2	12.6	0.15	
		Ah	16-20	3.8	10.5	0.31	19.6	0.3	0.3	1.3	1.9	37.4	39.3	4.8	0.06	
		Bv	25-65	4.1	1.5	0.07	11.8	0.2	0.1	1.0	1.3	18.0	19.3	6.9	0.08	
7.	Kontrola	Of	1.5-2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	
		Ah	2.5-6.0	3.9	33.9	0.70	-	1.3	0.4	2.4	4.1	-	-	-	0.12	
		Bv	6-35	4.6	18.2	0.29	36.3	0.3	0.1	1.1	1.5	31.3	32.8	4.6	0.10	
		Bv	35-98	5.1	7.3	0.21	20.1	0.3	0.1	0.9	1.3	27.7	29.0	4.8	0.08	

ša do 87.5%, najmanj pa 46.7%. Tako zaradi karbonatne matične podlage (dolomit + lapor) in zaradi dotoka apnenčastega prahu iz cementarne ni prišlo do zakisovanja tal niti ne do zmanjšanja stopnje nasičenosti tal z bazami. Količina žvepla pa se je v površinskih horizontih Of in Ah, Ap do globine 18 cm le povečala in znaša 0.08 - 0.43%, v primerjavi s tlemi iz neogroženega področja, kjer je količina S 0.07%.

Precej drugačna je slika v okolici tovarne B, čeprav je tu manjša emisija SO<sub>2</sub> (18 t dnevno), vendar je čas emisije mnogo daljši. Tla so že po prirodi močno zakisana in revna z bazami, saj znaša pH tal izven ogroženega področja 3.9 do 4.6. Tla vsebujejo tudi več skupnega S, 0.08 - 0.12%. Vsa tla v ogroženem območju vsebujejo nekoliko več žvepla, saj ga je v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79%, medtem ko je njegova količina v horizontih Ah precej nižja 0.06 - 0.18%. Tako imamo v tleh na nekarbonatnih podlagah nakazano tendenco zakisovanja tal zaradi povečanih količin žvepla, medtem ko v tleh na karbonatni matični podlagi ta tendenca ni ugotovljena.

#### 5.4. P O V Z E T E K

V okolici tovarne A z dnevno emisijo 100 t SO<sub>2</sub> v globoki dolini je prišlo do močne poškodbe vegetacije, drevesa so se posušila. V bližini tovarne so vsa tla nastala na karbonatni matični podlagi (na dolomitu in laporju) in v njih ni ugotovljena nobena tendenca zakisovanja, še zlasti zaradi tega ne, ker je v isti dolini tudi cementarna, ki emitira v okolico nekoliko apnenčastega prahu. Stopnja nasičenosti tal z bazami je precej visoka, 46.7 - 87.5% in pH tal znaša nad 6.

V bližini tovarne B je slika precej drugačna, čeprav je emisija SO<sub>2</sub> precej manjša (18 t dnevno). Tla so že po prirodi močno zakisana in revna z bazami, saj znaša pH tal izven ogroženega področja 3.9 - 4.6. Vsa tla v ogroženem območju vsebujejo nekoliko več skupnega žvepla, ki ga je v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79%, medtem ko je njegova količina v horizontih Ah precej nižja,

0,06 - 0.18%. V tleh na nekarbonatnih podlagah je ugotovljena tendenca zakisovanja tal zaradi povečanih količin žvepla. Tla na karbonatni matični podlagi ne kažejo tendence zakisovanja tal.

#### 5.5. S U M M A R Y

In the vicinity of factory A with a daily production of 100 t  $\text{SO}_2$  in a deep valey the vegetation was severely damaged. All soils have developed on calcareous parent material (dolomite and marls). No acidification of soils is found additionally because there is a factory emitting a calcareous material. Base saturation percentage is 46.7 - 87.5, soil pH is above 6.

In the vicinity of factory B the situation is quiet different, although the daily emission of  $\text{SO}_2$  is smaller (18 t  $\text{SO}_2$ ). The soils are very acid and poor on bases, pH is 3.9 - 4.6. All soils contain a little more S in O1, Of and Oh horizons, 0.15 - 0.79%, Ah horizons lower contents, 0.06 - 0.18%. The soils on noncalcarous parent materials are due to S a little acidified, soils on calcareous parent material show no acidification du to S.

5.6. L I T E R A T U R A

1. ABRAHAMSEN, G., HORNTVEDT, R. & TVEITE B. (1977): Impacts of acid precipitation on coniferous forest ecosystems. Water, air, and soil pollution 8:57-73
2. ANTONOVIĆ, G.M., ALEKSIĆ, Ž.B. (1972): Uticaj sumpornih gasova na promene vekih osobina zemljišta u okolini Borskog rudnika. Zem. i biljka vol. 21:271-276
3. MCFEE, W.W., KELLY, G.M., & BECK, R.H. (1977): Acid precipitation effects on soil pH and base saturation of exchange sites. Water, soil and air pollution 7: 401-408
4. FRINK, C.R., VOIGT, G.K. (1977): Potential effects of acid precipitation on soils in the humid temperate zone. Water, soil and air pollution 7: 371-388
5. JACKSON, M.L. (1958): Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
6. NYBORG, M., CREPIN, J., HOCKING, D., BAKER, J. (1977): Effect of sulphur dioxide on precipitation and on the sulphur content and acidity of soils in Alberta, Canada. Water, air and soil pollution 7:439-448
7. ODEN, S. (1976): The acidity problem - An outline of concepts. Soil, water and air pollution 6:137-166
8. ROSEMARY, P., ROSS, F.F. (1972): Sulphur in air and soil. Water, air and soil pollution 1:286-302
9. TAMM, C.D. (1977): Acid precipitation and forest soils. Water, air and soil pollution 7:367-369
10. \* (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd
11. \* (1962): Standard methods of chemical analysis, 6<sup>th</sup> edition, Vol. 1. New York



6.

NEKATERE LASTNOSTI TAL POD  
SMREKOVIMI NASADI

(ZAČETNO POROČILO)

*S i n o p s i s*

*NEKATERE LASTNOSTI TAL POD SMREKOVIMI NASADI*

Pod razmeroma tanko plastjo opada je skoraj vedno prisoten horizont Of, ki je debel 0.5-5 cm in postopoma prehaja v horizont Oh. Oblika humusa je prhlina in tudi surov humus. Tla (št.5) nimajo horizonta Of in Oh, oblika humusa je sprstenina. Horizonti Oh in Ah so zelo zakisani, pH 3.6-4.8, izjema so tla št.5 s pH 5.4. Količine izmenljivih baz so majhne in stopnja nasičenosti z bazami je nizka. Izjema so tla št.5. Potrebna so nadaljna proučevanja.

*S y n o p s i s*

*SOME SOIL PROPERTIES UNDER NORWAY SPRUCE PLANTATIONS*

Of horizon 0.5-5 cm deep, is following the relatively shallow Ol horizon and is gradually merging into Oh. The humus form is moder and also raw humus. Soils (No.5) do not have Of and Oh horizons, humus form is mull. The surface horizons Oh and Ah are very acid, pH 3.6-4.8, exception is soil no.5 with pH 5.4. Exchangeable bases are low and base saturation percentage is also low. Further investigations are needed.

## 6.1. U V O D

V 19. stoletju so se tudi v Sloveniji razširili čisti enodobni sestoji zlasti smreke in rdečega bora. Smreka ima običajno plitve korenine in črpa hrano iz zgornjih horizontov, ki zaradi tega ščasoma postajajo revnejši z rastlinsko hrano, zlasti tedaj, ko so tla že revna s hrano. V smrekovih nasadih je zeliščna vegetacija običajno slabo razvita.

Smrekov opad (iglice) vsebuje manj elementov hrane v primerjavi z opadom v listnatem gozdu in več drugih spojin, ki ovirajo razkroj opada. Ugotovili so, da postanejo tla v smrekovih nasadih degradirana: stopnja zakisanosti je večja, prirodno kroženje hranil (baz) je manjše, oblika humusa je prhlina ali surov humus, mineralizacija organske snovi je počasnejša, biološka aktivnost je precej manjša, tla so manj rodovitna (Zinecker, /1952/, Meyer /1960/, Nihlgård/1971/, Mihail /1972/, Vovk /1968/).

Stopnja degradacije tal pa ni enako izražena v vseh tleh. V nekaterih tleh je zelo močna, v drugih rodovitnih tleh pa še sploh ni nastopila. Sam proces degradacije tal pod smrekovimi nasadi je odvisen tudi od števila generacij smreke na istih tleh. Tako je mogoče pričakovati, da je degradacija tal pod smrekovimi nasadi zelo različna na določenih tleh in odvisna od številnih drugih dejavnikov.

Namen teh začetnih raziskav je ugotoviti lastnosti nekaterih tal pod smrekovimi nasadi v različnih krajih Slovenije: na Pohorju, na Gorenjskem in na Dolenjskem. Začetno poročilo o raziskavah tal naj bi bilo osnova za nadaljni sistematični program raziskav tal pod smrekovimi nasadi v Sloveniji z namenom, da bi se ugotovila obseg in vrsta degradacije tal pod smrekovimi nasadi na različnih tleh.

## 6.2. TLA IN METODE

### 6.2.1. T l a

V enodobnih smrekovih sestojih, starih 80-120 let, so bila proučevana kisljaka tla na blestnikih, blestniških gnajskih, na gnajsu, tonalitu, fluvioglacialnem produ in pleistocenski ilovici, ter

TABELA 1  
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL  
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS

Št. No. prof.	K r a j L o c a t i o n	Hori- zont Hori- zon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov matter. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base satur. %
								Ca me/100 g tal	Mg g tal	K soil	S	H		
1.	Brnik	Oh	0-0.5	4.0	35.1	1.05	21.3	1.7	0.7	3.2	5.6	-	-	-
		Ah <sub>1</sub>	1-5	4.1	13.3	0.48	23.2	0.4	0.3	1.8	2.5	24.6	27.1	9.5
		Ah <sub>2</sub>	5-30	4.7	4.4	0.28	9.2	0.2	0.1	0.7	1.0	18.8	19.8	4.9
		E	30-55	4.7	4.0	0.16	14.6	0.1	0.1	0.6	0.8	13.1	13.9	5.9
		Bt	55-90	4.7	1.6	0.12	7.8	0.5	0.3	0.6	1.4	10.1	11.5	11.7
2.	Šenčur	Ah	0-10	4.8	9.3	0.42	12.8	4.6	1.1	2.9	8.6	14.3	22.9	37.6
		Bv	10-55	4.6	5.6	0.27	12.1	3.2	0.9	1.4	5.5	11.8	17.3	31.8
3.	Vodice	Oh	0.5-1	3.9	50.8	1.31	22.5	5.4	1.4	4.0	10.8	-	-	-
		Ah	1-10	4.7	6.1	0.29	12.1	1.7	0.4	0.9	3.0	16.8	19.8	15.1
		E	20-70	4.9	2.4	0.16	8.8	2.6	0.9	0.8	4.3	9.1	13.4	32.8
		Bt	70-100	4.8	1.6	0.09	10.3	2.9	0.8	0.9	4.6	7.6	12.2	37.9
4.	Brnik	Ah	0.4-2	4.4	19.4	0.56	20.1	3.1	0.5	2.8	6.4	22.6	29.0	22.3
		A Bv	2-30	4.6	4.0	0.25	9.4	0.3	0.1	0.9	1.3	15.0	16.3	8.2
		Bv	30-70	4.9	2.8	0.14	11.6	1.6	0.6	1.0	3.2	10.0	13.2	24.4
5.	Luče	Ah	0-13	5.4	5.9	0.23	14.7	7.9	3.2	1.3	12.4	7.1	19.5	63.8
		Bv <sub>1</sub>	13-50	4.9	1.6	0.11	8.5	3.7	2.6	0.9	7.2	6.1	13.3	54.3
		Bv <sub>2</sub>	50-100	5.2	1.4	0.10	9.1	4.4	3.2	1.1	8.7	4.3	13.0	66.7
6.	Ljubeš	Ah <sub>1</sub>	5-6	4.0	19.8	0.66	25.0	3.6	1.2	3.9	8.7	34.5	43.2	20.1
		Ah <sub>2</sub>	6-10	4.0	5.5	0.19	16.6	1.0	0.4	1.8	3.2	21.9	25.1	12.9
		Bv	10-30	4.5	2.0	0.07	16.7	0.3	0.2	0.9	1.4	13.0	14.4	9.5
7.	Pesek	Oh	1.5-4	3.6	74.7	1.25	34.2	3.2	1.3	8.6	13.1	-	-	-
		Ah <sub>1</sub>	4-10	3.7	29.4	0.83	34.7	0.7	0.4	5.2	6.3	42.5	48.8	12.7
		Ah <sub>2</sub>	10-30	4.7	8.7	0.24	20.5	0.2	0.2	0.7	1.1	33.0	34.1	3.0
		Bv	30-80	4.8	5.5	0.11	29.0	0.1	0.0	0.4	0.5	31.2	31.7	1.6

TABELA 1

Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL  
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS

Nadaljevanje  
Continued

Št. No. prof.	K r a j L o c a t i o n	Hori- zont Hori- zon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov matter. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base satur. %
								Ca	Mg	K	S	H		
								me/100 g tal - soil						
8.	Mizni vrh	Ah	3-7	4.1	24.6	0.73	19.5	0.7	0.5	4.0	5.2	4.2	9.4	55.5
		Bv	7-60	4.7	4.6	0.34	13.7	0.3	0.2	0.8	1.3	29.0	30.3	4.0
		BvCv	60-90	4.7	1.5	0.06	14.3	0.2	0.1	0.8	1.1	13.0	14.1	7.2
9.	Sekretarjev vrh	Ah	4-12	3.8	27.9	0.65	24.9	0.7	0.4	3.4	4.5	38.2	42.7	10.5
		Bv	12-35	4.4	17.9	0.39	26.6	0.2	0.2	1.3	1.7	37.2	38.9	4.2
		BvCv	35-70	4.7	4.3	0.20	12.4	0.1	0.2	1.3	1.6	31.0	32.6	4.9
10.	Tinčeva bajta	Ah	4-15	3.7	26.4	0.53	28.9	0.6	0.3	2.2	3.1	40.3	43.4	7.1
		Bv	15-35	4.4	20.1	0.35	33.3	0.2	0.1	0.9	1.2	39.0	40.2	3.2
		BvCv	35-70	4.8	4.2	0.11	21.9	0.1	0.1	0.3	0.5	27.5	28.0	1.8
11.	Poštarski dom	Ah	3-6	4.0	34.9	0.71	28.6	3.0	0.9	4.7	8.6	38.0	46.6	18.5
		Bv	30-70	4.6	3.3	0.11	17.6	0.2	0.1	1.1	1.4	22.7	24.1	6.0
12.	Ribniški vrh I	Oh	0.5-6	4.2	35.1	0.75	27.2	1.7	0.5	4.9	7.1	33.7	40.8	17.6
		Ah <sub>1</sub>	6-10	4.4	17.1	0.33	29.7	0.4	0.2	2.2	2.8	32.0	34.8	7.9
		Ah <sub>2</sub>	10-17	4.5	13.4	0.30	24.2	0.2	0.1	1.4	1.7	31.2	32.9	5.3
		Bv	17-55	4.8	11.6	0.22	29.9	0.2	0.1	0.5	0.8	28.5	29.3	2.7
		BvCv	55-65	5.1	2.6	0.10	18.6	0.1	0.0	0.2	0.3	12.2	12.5	3.3
13.	Ribniški vrh II	Oh	3-6	4.7	34.6	0.83	24.2	1.2	0.5	2.4	4.1	34.0	38.1	10.9
		Ah	6-10	4.5	19.8	0.51	22.3	0.4	0.2	2.2	2.8	31.2	34.0	8.1
		Bv	10-17	4.7	12.2	0.38	18.5	0.2	0.1	0.9	1.2	28.3	29.5	4.5
14.	Ribniški vrh III	Oh	1.5-5	4.5	38.3	0.83	26.7	1.5	0.5	4.4	6.4	34.2	40.6	15.8
		Ah	5-9	4.5	20.1	0.61	18.9	0.6	0.3	3.4	4.3	33.2	37.5	11.5
		Bv	9-16	4.7	16.6	0.44	21.9	0.3	0.1	1.7	2.1	32.2	34.3	6.1
15.	Črni vrh I	Ah	8-18	4.6	12.9	0.33	22.4	0.2	0.2	1.5	1.9	32.0	33.9	5.3
		Bv	18-55	5.0	6.1	0.20	17.7	0.1	0.1	0.2	0.4	23.2	23.6	1.7
16.	Črni vrh II	OfOh	2-10	4.3	41.5	1.00	24.2	2.7	0.7	5.9	9.3	34.5	43.8	21.4
		Ah	10-25	4.3	15.9	0.60	15.5	0.3	0.2	4.6	5.1	32.5	37.6	13.7

pokarbonatna rjava tla (Luče, 5)

### 6.2.2. Metode

- pH določen elektrometrijsko v solni suspenziji tal  
Z 0,1 NKCl 1 : 2.5 (Jackson, 1958),
- organska snov: po Tjurinu (1966),
- skupni dušik: modificirana Kjeldahlova metoda (Jackson, 1958),
- izmerljivi kationi: 1 N amonijev acetat (Peech et al., 1962)  
Ca, Mg: atomski absorpcijski spektrofotometer Varian 1000, K:  
s plamenskim fotometrom,
- izmerljiv H: 0.5 N BaCl<sub>2</sub> - 0.055 N trietanolamin pH 8.0 (Peech et al., 1962),
- kationska izmenjalna sposobnost tal (KIK) ugotovljena računsko:  
vsota baz (S) + izmenljiv H,
- stopnja nasičenosti z bazami:  $V = \frac{S}{KIK} \times 100$ .

### 6.3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Za proučevana tla (tabela 1) pod smrekovimi nasadi je značilna gradnja tal. Pod razmeroma tanko plastjo opada (iglic) je skoraj vedno prisoten horizont, v katerem se iglice počasi razkrajajo (Of). Ta horizont je debel 0.5 - 5 cm in postopoma prehaja v horizont Oh, v katerem je oblika humusa prhlina, le izjemoma pa je tudi surov humus. Ta ugotovitev velja predvsem za vsa tla na Pohorju. Med proučevanimi tlemi predstavljajo izjemo pokarbonatna rjava tla na dolomitu (Luče, 5), ki nimajo horizonta Of, ampak je pod opadom (iglice) že horizont Ah (humusno akumulacijski), ki ima obliko humusa sprsteno. V teh tleh je velika biološka aktivnost v primerjavi z drugimi tlemi, prisoten je tudi deževnik.

Nadaljna značilnost tal pod smrekovimi nasadi je velika zakisnost v površinskih horizontih (Oh, Ah), ki znaša od 3.6 - 4.7 (Pohorje) in 3.9 - 4.8 (Gorenjska). Izjemo predstavljajo pokarbonatna rjava tla (št.5), v katerih je pH 5.4 in je najvišji v profilu tal v horizontu Ah. Takšna značilnost je običajno tipična za tla pod

listavci. Za vsa tla je značilno, da se kislost z globino zmanjšuje in doseže vrednost pH do 5.

V zvezi s kislostjo tal je značilno tudi stanje izmenljivih kationov v tleh (baz): Ca, Mg in K. Na splošno so količine majhne, največje pa so v horizontih Oh in Ah in znašajo: Ca 0.4 - 3.0 me/100 g tal, Mg 0.1-1.4 me/100 g tal in K 0.9 - 5.9 me/100 g tal. Spodnji horizonti so precej revnejši z bazami. V zvezi s takšnim stanjem baz v tleh je stopnja nasičenosti z bazami precej majhna.

Izjemo med proučevanimi tlemi predstavljajo zopet pokarbonatna rjava tla (št.5, Luče), ki vsebujejo največ izmenljivega Ca v Ah (7.9 me/100 g tal) in 4.4 me v horizontu Bv. Stopnja nasičenosti z bazami je precej visoka, 63.8%.

Ugotovljene lastnosti tal pod smrekovimi nasadi sicer kažejo nekatere značilnosti v gradnji, kislosti, stanju baz v tleh, kakor tudi glede oblike humusa, ki je pretežno prhlina in v manjšem obsegu tudi surov humus. Pri tleh št.5 pa niso ugotovljene nobene tendence degradacije tal.

Spričo takšnih rezultatov se nujno kaže potreba po razširitvi programa raziskav, zlasti pa je potrebno vedno imeti primerjalno ploskev pod listnatimi gozdovi (bukovimi), česar pri dosedanjih začetnih raziskavah še ni bilo.

#### 6.4. L I T E R A T U R A

1. JACKSON, M.L. (1958): Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
2. MEYER, F.H. (1960): Vergleich des mikrobiellen Abbaus von Fichten und Buchenstren auf verschiedenen Bodentypen. V Soil and Fertilizers, 1922
3. MIHAIL, G.I. (1972): Soil characteristics and development under Norway spruce plantations in the Semenic Mts. Povzetek v Forestry Abstracts 340

4. NIHLGARD, B. (1971): Pedalogical influence of spruce planted on former beech forest soils in Scania, South Sweden. *Oikos* 22(3):302-314
5. PEECH, M. et al. (1962): A critical study of the  $BaCl_2$  - triethanolamine and the ammonium acetate methods for the determining the exchangeable hydrogen content of soils. *Soil Sc.:Soc.Proc.* 26: 37-40
6. VOUK, B. (1968): Pedološka raziskovanja - Gozdnogojitveni elaborat na osnovi gozdnih tipov za revir Snežnik I. in II. (tipkopis)
7. ZINECKER, E. (1952): Die dynamische Auffassung der forstlichen Bodenkunde. Povzetek v *Soils and Fertilizers* 818
8. \* (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd.