

Oxf. 237.4

MOŽNOSTI POVEČANJA DONOSA GOZDOV Z MINERALNIM GNOJENJEM

Dr.Marjan ZUPANČIČ, dipl.inž.gozd.

višji znanstveni sodelavec

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana

61000 LJUBLJANA, Večna pot 2, YU

Izvleček:

Zupančič M.: Možnosti povečanja donosa gozdov z mineralnim gnojenjem

Sestavek obravnava najvažnejše rezultate raziskovalne naloge, ki jo je vodil avtor. Rezultati gnojilnih poskusov v Sloveniji ne govorijo za široko uporabo mineralnih gnojil v gozdarski praksi. To velja za gnojenje odraslih sestojev in tudi za gnojenje mladih nasadov. Napravljen je bil tudi poskus s poznopoletnim gnojenjem sadik v drevesnici. Sestavek obširno razpravlja o izgledih in možnostih mineralnega gnojenja v Sloveniji, posebno z ozirom na probleme surovin in energije.

Synopsis:

Zupančič M.: Möglichkeiten von Ertragssteigerung im Walde durch Mineraldüngung in Slowenien

Im Aufsatz werden die wichtigsten Ergebnisse der vom Autor durchgeführten Forschungsaufgabe wiedergegeben. Die Ergebnisse der Düngungsversuche in Slowenien sprechen nicht für eine breite Anwendung der Forstdüngung in der Praxis. Das gilt für Düngung von erwachsenen Bestände, wie auch für Startdüngung von aufgeforsteten Pflanzen. Es wird auch ein Versuch mit Spätsommerdüngung im Pflanzgarten vorgestellt. Ausführlich werden Möglichkeiten und Aussichten der Forstdüngung in Slowenien mit besonderer Rücksicht auf die Rohstoff- und Energieprobleme besprochen.

VSEBINA

Izvod. Razlika med gnojenjem v kmetijstvu in med gnojenjem v gozdarstvu

1	Uvod. Razlika med gnojenjem v kmetijstvu in med gnojenjem v gozdarstvu	148
2	Kakšen je obseg gnojenja gozdov v raznih državah	149
3	Kje je gnojenje upravičeno	152
4	Rezultati dosedanjih gozdarskih gnojilnih poskusov v Sloveniji	155
5	Možnosti mineralnega gnojenja gozdov v naravnih razmerah Slovenije	158
6	Energetski in surovinski vidiki mineralnega gnojenja	159
7	Povzetek	162
8	Literatura	164
9	Pojmovno kazalo	166

1. UVOD. RAZLIKA MED GNOJENJEM V KMETIJSTVU IN MED GNOJENJEM V GOZDARSTVU

Tukaj obravnavam samo gnojenje z mineralnimi oziroma tako imenovanimi umetnimi gnojili. Gnojenja z organskimi gnojili kot je kompost ipd. je zaenkrat v gozdarstvu malo. Gnojenje je predvsem posebnost kmetijstva. Kmetijstvo je porušilo naravne ekosisteme in iz njih ustvarilo umetne ekosisteme brez sklenjenega kroženja materije. Te ekosisteme je zato treba vzdrževati z umetnimi ukrepi agrotehnik. Nepogrešljivo je pri tem obilno gnojenje. Vzdrževanje umetnih ekosistemov tako ali drugače znatno prispeva k obremenjevanju okolja.

Zaradi tega naj bi gozdarstvo ohranilo gozdove kot nek najnujnejši delež zdravega in neobremenjenega okolja. Gozdarstvo, vsaj v srednjeevropskih razmerah, naj se čimbolj izogne denaturiranju gozdov. Gozd naj čim bolj ohrani svoj naravni značaj ter naravno zdravje in odpornost. Rodovitnost gozdnih tal naj se obnavlja na naraven način in naj ne bo odvisna od gnojil in agrotehnik. Gozdarstvo se sicer ne more odreči gnojenju predvsem v drevesnicah, lesnih plantažah, pri melioraciji gozdnih tal. Ne glede na te posebne slučaje gozdarstvo nikoli ne bo moglo postati tak potrošnik mineralnih gnojil kot je kmetijstvo. Naj naštejemo še nekaj značilnosti gozdarskega gnojenja:

- dodani hranilni elementi se vključijo v naravno kroženje materije v gozdu (iz tal v živo snov in po odmrtnosti in razpadu te snovi spet v tla). Učinek gnojenja je dolgoročnejši in daljnosežnejši kot npr. na njivi.

- Učinek gnojenja je redkokdaj spektakularen, se pokaže šele po nekaj letih in ga je težko točno ugotoviti in dokazati.

- Rentabilnost vlaganja v gnojenje je dosti težje doseči kot v kmetijstvu. Poleg tega je gnojenje v gozdu zelo dolgoročna investicija, obremenjena z obrestovanjem vloženih sredstev.

- Težko je ugotoviti pravi izbor in doziranje gnojila.

2. KAKŠEN JE OBSEG GNOJENJA GOZDOV V RAZNIH DRŽAVAH

O pomenu gnojenja za povečanje donosa v gozdovih dobimo jasnejšo sliko, če se pozanimamo za obseg gozdarskega gnojenja v različnih državah. Podatke, ki sledijo, povzeman predvsem po BAULE-ju (2,3,4,5). Zavedam se, da je ta pregled zelo grob in nepopoln.

Glede gnojenja v gozdovih daleč prednjači Skandinavija, kjer ima mineralno gnojenje posebno velik pomen pri melioraciji nedonosnih barij v razmeroma zelo donosna gozdna zemljišča. Takih melioriranih barij je na Finskem že preko 10 milijonov ha (na švedskem preko 5,5 milj. ha, na Norveškem preko 2,1 milj. ha). Barja potrebujejo predvsem gnojenje s fosforjem in kalijem. Na Finskem in tudi drugod po Skandinaviji je poleg tega zanimivo gnojenje mineralnih tal. Mineralna tla so predvsem podzolirana tla, ki so v Skandinaviji razširjena na velikih površinah in kažejo tudi svojo tipično diferenciranost talnega profila. Podzolirana tla na gnojenje navadno hvaležno reagirajo. Pomembno je predvsem dušikovo gnojenje. Na švedskem je bilo od leta 1962 do vključno 1977 pognojeno skupaj 6% celotne gozdne površine. Na Finskem pognojijo vsako leto nekaj sto tisoč hektarjev gozdne površine. Skromnejši je obseg gnojenja na Norveškem. Pri tem se barja štejejo kot gozdna površina. Pri tako velikem obsegu gnojenja je nujna uporaba aviacije za trosenje gnojila.

Presenetljivo velik je pomen gnojenja v Nemški demokratični republiki in na Poljskem. Po predvidevanjih petletnega plana (1976 - 1980) naj bi se v NDR povečala površina letno gnojenih gozdov od 4000 ha na 150.000 ha (5). Na Poljskem letno pognojijo najmanj 100.000 ha. Pri tem niso mišljena samo enkratna gnojenja, pač pa tudi večkratna gnojenja iste površine v gotovem turnusu (npr. 10 let). Gnojne površine navadno predstavljajo revna peščena tla in sploh degradirana in kemično osiromašena tla z izrazitim pomanjkanjem enega ali več elementov (npr. P, K, Mg). Takih revnih rastišč na Poljskem in v NDR očitno ne manjka. Gnojijo predvsem mlade gozdne nasade in kulture.

V NDR imamo tudi precej gnojenja smrekovih sestojev na ugodnejših rastiščih v hribovitem svetu.

Velik obseg ima gnojenje še v severno nemški ravnini na ozemlju ZR Nemčije. V ZR Nemčiji in Avstriji je sicer veliko prizadevanja za uveljavitev gnojenja v gozdovih, zelo razvita je tudi raziskovalna dejavnost. V praksi se gnojenje v večjem obsegu ni uveljavilo in tudi ni izpolnilo vseh pričakovanj glede povečanja donosa gozda (primerjaj GUSSONE 10). Vsekakor ima danes ZRN že nekaj sto tisoč hektarjev pognojnih gozdnih površin, predvsem na severu države. Naj omenim še avionsko gnojenje srednjedobnih borovih sestojev na degradiranih in steljarjenih tleh v Oberpfalzu (12). V Avstriji pognojijo vsako leto nekaj tisoč hektarjev gozdne površin. Močno se je uveljavilo tudi startno gnojenje, ki se lahko dobro obnese tudi na zgornji gozdni meji (GLATZEL 8,9). Startno gnojenje pa pomeni predvsem prihranke pri negi mladega nasada in ne toliko povečanje prirastka lesa.

V Franciji letno pognojijo nekaj deset tisoč hektarjev. V tem je vključeno tudi gnojenje topolovih plantaž, nasadov *Pinus maritima*, ki imajo v veliki meri plantažni značaj. Nekaj je startnega gnojenja smrekovih nasadov v Centralnem Masivu ter gnojenja odraslih smrekovih in jelovih sestojev v vzhodni Franciji.

V Južni Evropi je gnojenje pomembno predvsem za topolove plantaže, kar seveda ne moremo šteti za gnojenje gozdnih sestojev. To velja za Italijo, Španijo pa tudi za našo državo. Če ne štejem plantaže, intenzivne nasade in podobno, je gnojenje gozdnih sestojev v naši državi šele v poskusnem stadiju.

Od izvenevropskih držav se je gnojenje precej uveljavilo v ZDA. O tem piše BENGSTON (6). Gozdarsko gnojenje ima dve težišči: pacifiški severozahod in subtropski jugovzhod države. Skupno so dosedaj pognojili približno 1 milijon hektarjev. Od tega se nahaja dobra polovica v pacifiškem severozahodu, kjer gnojijo predvsem srednjedobne duglazijeve sestoje na dovolj vlažnih rastiščih. Uporabljajo predvsem dušikova gnojila.

V subtropskem jugovzhodu ZDA imamo po vsem videzu bolj opraviti z gnojenjem plantaž in nasadov kot z gnojenjem naravnih gozdnih sestojev. Od drevesnih vrst so tu pomembni "južni bori" (*Pinus elliotii*, *Pinus taeda*). Polovica porabljenega gnojila odpade na gnojenje mladih nasadov, druga polovica pa na gnojenje starej-

ših nasadov. Ti nasadi služijo predvsem kot surovinska baza za celulozno industrijo. Zato obseg gnojenja zelo zavisi od gospodarskega položaja te industrije in seveda od cene gnojil, ki so močno občutljive za surovinske in energetske krize. Nasadi na jugovzhodu ZDA pogosto rastejo na melioriranih nekdanjih močvirnih tleh, kjer je potrebno predvsem gnojenje s fosforjem in deloma z dušikom.

V ostalih delih ZDA gnojenje ni doseglo večjega obsega. Zanimiv je še podatek, da gozdarstvo vključno s plantažnim gospodarstvom porabi manj kot 1% tiste količine gnojil, ki jih porabi kmetijstvo. Podobno razmerje verjetno najdemo v večini evropskih držav. Večji porabnik mineralnih gnojil v primerjavi s kmetijstvom je predvsem skandinavsko gozdarstvo.

Gozdarsko gnojenje v okviru intenzivnega gospodarjenja se uveljavlja na Japonskem. Zanimivo je, da ima Japonska zelo visoko gozdnatost - 68%, vendar ne pokriva niti polovice domačih potreb po lesu. Dosedaj gnojena gozdna površina je najbrž že preseгла 1 milijon hektarjev pri skupni površini gozdov 25,3 milijone ha. Samo 5% porabljenega gnojila je namenjeno odraslim sestojem, ostalo pa startnemu gnojenju mladih nasadov. Uporabljajo različna NPK gnojila. Od gnojenih drevesnih vrst daleč prevladuje *Cryptomeria japonica*, pomemben je še *Chamaecyparis*.

Zelo pomembno je gnojenje lesnih plantaž v vlažnejših tropskih in subtropskih predelih. Znano je, da so tropski gozdni ekosistemi zelo občutljivi in da prekinjeno kroženje materije (iz tal v rastlino in preko odmrle organske snovi spet nazaj v tla) pogosto pomeni porušenje ekosistema ter skupaj z drugimi neugodnimi okoliščinami spreminjanje gozda v puščavo. Sicer so se ponekod v teh predelih močno uveljavile razne plantaže pionirskih in robustnih drevesnih vrst (npr. *Eucalyptus*, razni bori kot *Pinus elliotii*, *P. taeda*, *P. caribaeae*, *P. oocarpa*, *P. radiata*). Zaradi močno porušenega naravnega ravnotežja je treba vzdrževati rodovitnost tal v plantažah z rednim mineralnim gnojenjem. Seveda ima to forsirano gospodarjenje svoje neugodne učinke, ki se kažejo v postopnem zmanjševanju donosov po vsaki "rotaciji" (=kratka obhodnja).

Med te vlažnejše tropske in subtropske predele spada tudi jugovzhodni del ZDA. O gnojenju plantaž je še veliko glasov iz Brazilije, Čileja, Južne Afrike (aka-

cijeve plantaže), Nove Zelandije, Avstralije. Gre predvsem za dežele, kjer so se uveljavili veleposestniški beli priseljenci.

Iz tega pregleda lahko povzamemo, da je mineralnega gnojenja v naravnih gozdovih pravzaprav malo. Najdemo ga predvsem v zmernem in nordijskem pasu severne poloble, kjer ima mineralno gnojenje svoj pomen tudi pri melioracijah tal. Sicer se mineralno gnojenje uveljavlja v raznih lesnih plantažah, kar pa pomeni bolj kmetijsko kot gozdarsko dejavnost.

Še nekaj podatkov o porabi mineralnih gnojil za potrebe gozdarstva v Sloveniji. V okviru raziskovalne naloge smo napravili manjšo anketo po gozdnogospodarskih organizacijah v Sloveniji (18). Z izjemo enega gozdnega gospodarstva in dveh manj pomembnih gozdno gospodarskih organizacij so se anketi odzvali vsi. Po tej anketi smo leta 1977 porabili cca 80.000 kg mineralnih gnojil za startno gnojenje raznih gozdnih nasadov. Nekoliko manjša, a mnogo bolj raznovrstna je bila poraba mineralnih gnojil za drevesnice - 62.000 kg. Drevesnica v Mengšu pri tem ni vključena. Za gnojenje topolovih in drugih lesnih plantaž je bilo potrošeno 54.000 kg mineralnih gnojil, predvsem na brežiškem in novomeškem področju. Gnojenja v odraslih gozdnih sestojih po tej anketi ni bilo.

3. KJE JE GNOJENJE UPRAVIČENO

Gnojenje lahko recimo pri nas skoraj povsod ugodno vpliva na priraščanje gozda. Toda privoščimo si lahko le rentabilno gnojenje, kjer so stroški gnojenja pokriti s primerno povečanim donosom gozda. Pri tem je treba tudi upoštevati stranske učinke gnojenja na gozdni sestoj, na ožje in širše okolje, na koristi in škode, ki pri tem nastanejo. Žal se vprašanje gnojenja pogosto obravnava pod zelo enostranskimi vidiki in je zasluga dunajskega profesorja gojenja gozdov MAYER-ja, da je opozoril na mnoga vprašanja upravičenosti gnojenja. Po tem avtorju (14) povzemam sledeča izvajanja.

Ko iščemo primerno gozdno zemljišče za gnojenje, moramo najprej najti gnojenja vredna rastišča. Pri tem upoštevamo sledeče:

- klimatski faktorji. Neugodni klimatski faktorji, pa četudi samo lokalni (sušnost, prevetrenost, neugodne temperature, itd.), zmanjšujejo možnosti gnojenja.
- kemija tal. Gnojenje je najučinkovitejše na srednje bogatih in revnejših tleh, kjer je stopnja kislosti precejšnja in kjer je zasičenost talnega kompleksa z bazami manjša. Tla, ki so bogata s hranilnimi elementi, na gnojenje sicer reagirajo malo ali nič. Kemično zelo siromašna tla na gnojenje sicer hvaležno reagirajo, toda povečan donos takih tal navadno ne pokriva stroškov gnojenja. Kemično bogata ali revna tla so v veliki meri določena z geološko podlago, ki jo je trega pri tej analizi upoštevati.
- oblika zemljišča. Strma zemljišča z izpiranjem po strmini navzdol, težko dostopna, skalnata, vrtačasta, jarkasta in podobno neugodna rastišča dajejo le slabe izgleda za uspeh gnojenja. Bolj primerna so ravna ali zmerno nagnjena ter lahko dostopna zemljišča.
- talni tip. Z ozirom na svoje fizikalne in kemične lastnosti so za gnojenje malo primerne plitve rendzine, rankerji, zaglejena tla in podobno. Primernejša so srednjeevropska rjava gozdna tla srednje bonitete, podzolirana tla, posebno antropogeni oziroma sekundarni podzoli.
- fizikalne lastnosti tal. Neugodne fizikalne lastnosti tal (npr. plitva, skeletna in propustna tla; zbita in stlačena tla z neugodnim zračnim in vodnim režimom in podobno) v toliki meri omejujejo produktivnost tal, da gnojenje ne more imeti veliko učinka.
- stanje talnega humusa. Humozni talni sloj dobro kaže na stanje biološke aktivnosti v tleh. Z gnojenjem ne smemo pospešiti prehiter razkroj humusa in tudi ne škodovati biološki aktivnosti s preveliko dozo mineralnega gnojila. Pojav surovega humusa ne pomeni vedno neke "bolezni tal". Stanje humusa je treba presojeti skupaj z ostalimi rastiščnimi faktorji. Stanje biološke aktivnosti v tleh je dober indikator za presojanje fizikalnih in kemičnih lastnosti tal.
- prekoreninjenost tal, talna flora je prav tako dober indikator za fizikalne in kemične lastnosti tal. Plitvo prekoreninjenost smreke lahko z gnojenjem naredimo še bolj plitvo.

Na kratko povedano, za gnojenje primerna rastišča so torej razmeroma ugodna rastišča, kjer med kritične rastiščne faktorje spadajo predvsem kemične lastnosti tal.

Za gnojenje neprimerna rastišča so tista, kjer kemične lastnosti ne spadajo med najbolj kritične rastiščne faktorje.

Ko smo izločili gnojenja vredna rastišča, moramo na njih poiskati gnojenja vredne sestojе, kjer lahko pričakujemo, da bo gnojenje tudi rentabilno. Pri tem predpostavljamo, da je odločilno povečanje čistega donosa gozda, ne pa samo povečanje volumnega prirastka. Za določitev gnojenja vrednih sestojev upoštevamo sledeče vidike:

- transportni položaj sestojа. Čim ugodnejši je transportni položaj, tem ugodnejši je tudi čisti donos sestojа. Povečanje volumnega prirastka z gnojenjem se pokaže v znatnejšem povečanju donosa sestojа.

- življenjska faza in starost sestojа. Ko je drevje najvitalnejše, lahko tudi najbolj reagira na gnojenje. Na drugi strani je gnojenje mladih sestojev nezanimivo, ker pomeni dolgoročno vezano investicijo. Najprimernejši so srednjedobni sestoji ali zreli sestoji, ki niso predaleč od sečne zrelosti. Takrat so tudi dobre možnosti za povečanje vrednostnega prirastka. Lahko pa imamo tudi posebne cilje, npr. poživitev rasti slabo rastočih mladih sestojev.

- drevesna vrsta. Zanimive so drevesne vrste, ki dajejo čim večji čisti donos. V mešanih sestojih je zelo težko določiti primeren odmerek gnojila, ki bi odgovarjal različnim drevesnim vrstam. Zato so za gnojenje primernejši čisti sestoji iglavcev kljub svoji večji ali manjši nenaravnosti. Mešani in raznoliki sestoji za gnojenje niso primerni.

- struktura sestojа. Za gnojenje niso primerni vrzelasti in slabo zaraščeni sestoji, tudi ne sestoji s slabo vitalnimi osebki. Zato je treba presoditi številčnost osebkov, sklop krošenj, slojevitost, dimenzije in oblikovanost krošenj.

- možnosti bodočih škod na sestoju. Malo se izplača gnojiti tam, kjer nam bo po vsej verjetnosti jelenjad z lupljenjem uničila sestoj, ali kjer je pričakovati bolzeni, škodljivce, snegolome, vetrolome. Ogroženi in labilni sestoji torej ne pridejo v poštev.

- kvaliteta sestojа. Ta je v tesni zvezi z donosnostjo sestojа. Čim kvalitetnejši je sestoj, tem boljši so izgledi za čisti donos in za povečanje čistega donosa z gnojenjem. Zato pazimo na obliko debel, čistost od vej, strukturo lesa, obliko krošenj, vitalnost sestojа itd.

- kritična ocena različnih stranskih učinkov gnojenja. Nenadno močno povečanje prirastka lahko pokvari strukturo lesa in ga s tem razvrednoti. Bujnejša rast ima lahko za posledico bolj krhek les in poveča nevarnost vetrolov in snegolomov. Pri optimalni preskrbi z dušikom in pri visokih pH- vrednostih se povečajo možnosti za glivične bolezni. Možni so neugodni vplivi na talno favno, na zapleveljenje tal. Težke posledice ima lahko izpiranje dušikovih gnojil v talno vodo.

- negovanost sestoja. Ta se kaže tudi v strukturi in kvaliteti sestoja, v stabilnosti in zdravju sestoja. Slabo negovani sestoji pa gotovo niso primerni za gnojenje. Znebiti se je treba zmore, da napake in zamude, storjene pri negi sestoja, lahko popravljamo z gnojenjem.

Za gnojenje so torej primerni:

- negovani, kvalitetni sestoji s poprečnim volumnom, toda z nadpoprečnim vrednostnim prirastkom.

Niso pa primerni:

- rastišču neprilagojeni, slabo kvalitetni, nestabilni sestoji in sestoji, kjer ima gnojenje neugodne stranske učinke.

Posebej je treba preučiti slučaje, kjer hočemo z gnojenjem povečati vitalnost in zdravje sestojev ali kjer imamo še druge posebne cilje gnojenja. Vsekakor pa preden se odločimo za gnojenje, se moramo lotiti temeljitev rastiščne analize, gozdnogojitvene in prirastoslovne analize sestoja, uporabiti moramo vse možnosti za gnojilno diagnostiko (talna in foliarna analiza). Pri upoštevanju vseh naštetih kriterijev za izbiro gnojenja vrednih rastišč in gnojenja vrednih sestojev, nam verjetno ne bo ostalo veliko primernih površin za gnojenje.

4. REZULTATI DOSEDANJIH GOZDARSKIH GNOJILNIH POSKUSOV V SLOVENIJI

Sredi šestdesetih let, torej pred nekako 15 leti, je v naši državi v nekaterih strokovnih krogih postala zelo moderna ideja o gnojenju gozdov. Poročila o uspehih gnojenja v gozdovih v Skandinaviji, Nemčiji, Avstriji in obiski v teh državah so nekatere vodilne strokovnjake zelo navdušili. Gnojenje naj bi nam poma-

galo, da bi šli po stopinjah gospodarsko razvitih držav, povečali bi prirastek gozda, zadovoljili potrebe po lesu itd. V takratni dobi gospodarske konjunkturo in navidezno neomejenih izgledov za gospodarski razvoj so bila taka optimistična pričakovanja precej razumljiva, čeprav žal neosnovana.

Iz tega časa izvira nekaj velikopoteznih gnojilnih poskusov v smrekovih gozdovih na Pohorju ter en poskus v smrekovih gozdovih na Pokljuki. Pri tem je odločilno sodeloval takratni sodelavec našega inštituta dipl.ing. M. Pavšer. Žal ti poskusi niso bili izpeljani do konca in tako do danes niso dali nobenih solidno obdelanih rezultatov. Izjema je le poskus na Pokljuki, ki je obdelan v obliki elaborata (11)

Neodvisno od teh poskusov smo leta 1967 na našem gozdarskem inštitutu začeli obdelovati probleme gnojenja v gozdovih. Rezultati tega dela so predstavljeni v elaboratu (20), iz katerega tukaj na kratko povzemam le najvažnejše. V tem elaboratu, pa tudi v tiskanih publikacijah (15, 16, 17), so predstavljeni trije poskusi gnojenja odraslih gozdnih sestojev ("Dravsko polje", "Poljana v Mežiški dolini", "Podbrezje na Gorenjskem"). V tem elaboratu (20) je predstavljen še poskus v odraslem borovem sestoju "Podbrezje II.", ki pa je le dopolnilo že prej objavljene-ga poskusa "Podbrezje na Gorenjskem" in tudi potrjuje rezultate tega poskusa.

Vsi ti poskusi zajemajo razne dele Slovenije, razne talne tipe (plitva tla na produ, psevdoglej, globoka rjava gozdna tla), ter vedno odrasle sestoje rdečega bora. Reakcija na kombinirano gnojenje z dušikom, fosforjem in kalijem je sicer povsod ugodna, toda precej neznatna. Z gnojenjem pridobljen dodatni prirastek ne pokriva stroškov gnojenja. Omenjeni gnojilni poskus na Pokljuki (11) tudi ne obeta ekonomske upravičenosti gnojenja.

Omeniti je treba, da je zasnovanje gnojilnih poskusov v gozdu zelo zahtevna naloga. Potrebne so nekaj hektarov velike in zelo enakomerne gozdne površine, tako glede rastišča kot gozdnega sestoja. Takih površin pa v praksi skoraj ni. Poleg tega moramo najti gnojenja vredna rastišča in obenem gnojenja vredne sestoje, ki jih v praksi prav tako težko najdemo. Zelo zahtevna je tudi prirastoslovna obdelava. Vsi omenjeni poskusi gnojenja v odraslih sestojih tem pogojem niso idealno odgovarjali. Nasploh je bilo izredno težko najti površine, ki bi bile za poskuse vsaj deloma primerne. V tem je tudi razlog za skromno število poskusov, čeprav bi

jih pri raznolikosti naših gozdov potrebovali zelo veliko.

Rezultati poskusov kažejo le skromne izglede za gospodarsko upravičenost gnojenja. Možnosti za dvig donosa gozdov moramo najprej iskati kje drugje, in sicer predvsem na področju običajne nege gozda, ki ne zahteva vlaganj deficitnih surovin in posrednega vlaganja deficitne energije.

Naslednja vrsta poskusov, ki jih obdeluje elaborat (20), so poskusi s startnim gnojenjem sadik pri pogozdovanjih. Pri tem skušamo izboljšati začetno rast sadik, izboljšati uspeh pogozdovanj in zmanjšati stroške za izpopolnjevanje, nego in zaščito nasada. Glavni cilj startnega gnojenja je pomagati sadikam pri prestajanju presaditvenega šoka in sploh pri premagovanju začetih težav in nevarnosti. Značilnosti startnega gnojenja so obširneje obravnavane v članku (19). Podobno kot poskusi pri gnojenju odraslih sestojev tudi ti poskusi kažejo, da gnojenje sicer ugodno vpliva na rasti mladih drevesc, vendar je povečanje prirastka precej skromno in gospodarsko malo zanimivo. Poskusi so pri tem zajeli večje število zelo različnih rastišč v Sloveniji. Spet ugotavljamo, da z gnojenjem ne moremo dosežati kakšnih izrednih uspehov. Pač pa lahko veliko več prispevamo k boljši rasti pogozdenih sadik, če uporabljamo dovolj kvaliteten in primeren sadilni material, če je sadnja dovolj skrbno in strokovno izvedena. Pri slabih sadikah in pri malomarni sadnji je tudi najboljše gnojenje brez koristi.

Poskuse s startnim gnojenjem smo razširili še na poznopoletno gnojenje sadik v drevesnici. Pri tem skušamo čimbolj popraviti prehranjenost sadik pred njihovo presaditvijo na teren. Startno gnojenje na ta način takorekoč prestavimo iz terena v drevesnico. Poskus je pokazal ugoden vpliv takega gnojenja na kasnejše uspevanje sadik na terenu. Vendar so potrebni še nadaljnji poskusi, preden tako gnojenje priporočimo za prakso. Ta poskus je pa tudi načel zelo aktualen in premalo rešen problem prehranjenosti drevesničarskih sadik. Kljub obilnemu gnojenju v drevesnici prehranjenost sadik še zdaleč ni dobra. Na tem področju je gotovo nekaj možnosti za izboljšanje kvalitete sadik.

5. MOŽNOSTI MINERALNEGA GNOJENJA GOZDOV V NARAVNIH RAZMERAH SLOVENIJE

Za večino slovenskih gozdov so značilne srednjeevropske naravne in gospodarske razmere. Tako so možnosti za gospodarjenje pri nas drugačne kot v sosednjih bolj aridnih sredozemskih in celinskih območjih, pa tudi drugačne kot v borealnih gozdovih Skandinavije. In prav skandinavske zglede pri nas večkrat nekritično posnemamo.

V skandinavskih gozdovih prevladujejo izprana, podzolna tla. Profil je močno diferenciran, hranilni elementi so v profilu zelo neenakomerno porazdeljeni. Pomembno vlogo ima surovi humus. Na velikih površinah vladajo enomerne talne in sestojne razmere. Možnosti za izboljšanje rasti gozda z gnojenjem so razmeroma ugodne.

Drugače kot v Skandinaviji vlada v Srednji Evropi bolj umirjeno podnebje z dovolj visokimi temperaturami, ki omogočajo tudi večje izhlapevanje vode iz tal. Za procese, v katerih nastajajo tla, ni značilno torej samo izpiranje in s tem v zvezi pronicanje vode v globino, ampak tudi gibanje vode v nasprotni smeri od globine proti površju. Zato izrazitega diferenciranja talnih horizontov v profilih ni. Tudi razdelitev hranilnih elementov v profilu je precej enakomerna. Surovi humus se le redko pojavlja. Umirjeno podnebje torej ne povzroča izrazitega izoblikovanja talnih horizontov. Tako prihaja bolj do izraza vpliv matične kamenine. Z navvedbo matične kamenine je tudi talni tip velikokrat označen, npr. tlo na apnencu, granitu, na produ itd. Navadno imamo opraviti še z razgibanim zemljiščem, z gričevnim ali hribovskim svetom. Pri spreminjajoči se matični kamenini in pri razgibanem reliefu so talne razmere zelo raznolike.

Možnosti za izboljšanje rasti z gnojenjem so zato odvisne od posameznih rastišč. Če odštejemo steljarjene in podobno degradirane gozdove, pomanjkanje hranilnih elementov v tleh navadno ni najbolj kritični rastiščni faktor. Na splošno so bolj odločilne fizikalne lastnosti tal (struktura, tekstura, rahlost, sprejemljivost za vodo in zrak, globina tal, skeletnost, nagnjenost zemljišča ipd). Kemične lastnosti tal z gnojenjem še razmeroma lahko popravimo, pri fizikalnih pa smo skoraj brez moči. Po človekovi krivdi poslabšane fizikalne lastnosti tal, npr. zbita, erodirana ali podobno degradirana tla, pomenijo za gozd nepopravljivo škodo. Pri neugodnih fizikalnih lastnostih tal ima tudi gnojenje malo uspeha, ker teh neugodnih lastnosti ne more odpraviti in s tem odstraniti ovir za boljšo rast gozda.

Gnojenje po velikih gozdnih površinah po skandinavskem zgledu torej pri nas ni primerno. Predvsem je možna izbira posameznih gnojenja vrednih sestojev in rastišč. Za razliko od skandinavskih tal, kjer korenine ne morejo veliko prodreti v globino, imamo pri nas precej boljše možnosti za naravno obnavljanje rodovitnosti tal. V naših razmerah dosežejo drevesne korenine preperevajočo matično kamenino in s tem hranilne elemente, ki se pri tem preperevanju sproščajo. V tleh deluje mikoriza, ki olajša preskrbo gozdnega drevja s hranilnimi elementi, nastaja tudi biološko vezanje dušika iz zraka (npr. pri metuljnicah, pri raznih jelšah itd.). Nekaj dušika prinaša padavinska voda. Gospodarjenje z gozdom mora čim bolj izrabiti brezplačno delovanje vseh teh naravnih procesov. Kjer so ti naravni procesi premalo učinkoviti, npr. v degradiranih tleh in gozdovih, je lahko pomembno tudi mineralno gnojenje.

Za kakšen večji razmah mineralnega gnojenja gozdov v Sloveniji očitno ni pogojev. Pri povečanju donosa gozda ima več izgledov vlaganje človekovega umskega in fizičnega dela ali z drugimi besedami, še največ lahko pridobimo, če z gozdovi gospodarimo negovalno. In prav na področju nege gozda imamo še ogromno neizrabljenih možnosti. Naši gozdovi kažejo še vse preveč degradiranosti, denaturiranosti, majhnih lesnih zalog, slabe kvalitete sestojev itn. Odpravljanje teh hipotek preteklosti s čisto navadno nego gozda nam lahko podvoji donosnost gozdov, če upoštevamo, da je sedanji rastiščni potencial le polovično izrabljen. Grobo gospodarjenje pa nam na drugi strani donosnost gozdov še nadalje zmanjšuje in ta nevarnost danes ni ravno majhna.

6. ENERGETSKI IN SUROVINSKI VIDIKI MINERALNEGA GNOJENJA

Kmetijstvo se danes mineralnim gnojilom ne more odpovedati in brez njih bi se pridelek močno zmanjšal. V gozdarstvu položaj ni toliko kritičen, vendar gozdne drevesnice in plantažni nasadi nujno rabijo večje količine mineralnih gnojil. Pri tej nepogrešljivosti mineralnih gnojil je pa bodoča preskrba z njimi hudo negotova. Proizvodnja mineralnih gnojil zahteva naravne surovine (fosfate, kalijeva sol, naftni derivati), ki niso neizčrpne, da o uvozu ne govorimo. Poleg tega proizvodnja mineralnih gnojil porabi veliko energije in močno onesnažuje okolje. Če mineralno gnojenje prinese gotove koristi, je treba te koristi tudi drago pla-

čati s škodami na okolju, z izčrpavanjem naravnih bogastev. Potrošnja mineralnih gnojil je med ostalim tudi velika posredna potrošnja energije in temu primerna gospodarska obremenitev.

Danes že večkrat govorimo o energetskih bilancah raznih gospodarskih dejavnosti. Tudi izraba tal ima svojo energetsko bilanco. Na negativni strani te bilance je poraba mineralnih gnojil, poraba agrotehničnih kemikalij, strojno delo in druge oblike posredne in neposredne porabe energije. Na pozitivni strani te bilance je proizvedena organska snov s svojo kalorično vrednostjo in z vsemi svojimi koristmi za gospodarjenje z energijo (npr. krompir ali pesa kot surovina za proizvodnjo alkoholnega goriva; les kot kurivo, izolacijski material, itd.).

Ugodno energetsko bilanco zmotno pričakujemo pri intenzivni kmetijski izrabi tal, ki sicer res proizvede veliko organske snovi na enoto površine, toda porabi tudi veliko energije v obliki mineralnih gnojil, obdelave tal, agrotehničnih kemikalij, itd. Energetska bilanca, kot je opisana zgoraj, utegne biti prej negativna kot pozitivna.

Na drugi strani ima naravni gospodarski gozd gotovo visoko pozitivno energetsko bilanco. Kot naravni gospodarski gozd razumemo gozd z visoko stopnjo naravnosti, kjer gospodarske cilje dosegamo z obzirnim usmerjanjem naravnih sil. V srednjeevropskih, pa tudi slovenskih gozdovih si ne moremo zamišljati drugega kot tako obzirno in negovalno gospodarjenje. V takem naravnem gospodarskem gozdu mora biti dovolj ohranjeno naravno kroženje materije iz tal v rastlino in z odmrliimi rastlinskimi deli spet nazaj v tla. V gozdu mora zato ostajati vsa tehnično manj uporabna biomasa kot npr. lubje, vejevje, korenine, itd., kjer je vezano sorazmerno zelo veliko biogenih elementov. Izgube biogenih elementov, ki nastanejo zaradi poseka lesa, so pri taki obzirni izrabi gozda toliko zmerne, da jih nadomesti naravno obnavljanje rodovitnosti tal (vezanje atmosferskega dušika, preperevanje matične kamenine itd.). Gnojenje in obdelava tal z veliko neposredno in posredno porabo energije je pri tem nepotrebno. To pa pomeni zelo pozitivno energetsko bilanco izrabe tal, kar bo v bodoče še bolj pomembno kot sedaj.

Razne lesne plantaže, ki zahtevajo tudi obdelavo tal in gnojenje, utegnejo imeti ugodnejšo energetsko bilanco kot intenzivne kmetijske kulture, vendar daleč slabšo, kot jo ima naravni gospodarski gozd. Sicer lesne plantaže niso nekaj tipično

gozdarskega, ampak so nekako mejno področje med kmetijstvom in gozdarstvom.

Pod zastavo racionalizacije danes prodira v gozd vedno težja mehanizacija. Dosedanja, takorekoč koncencionalna izraba gozda, ki v gozdu pusti obilno sečnih odpadkov, se umika novim "tehnologijam". Te tehnologije morajo potegniti iz gozda najmanj cela debla z lubjem vred. Celo v gorati in gosto naseljeni srednjeevropski prostor sili gigantska mehanizacija, ki spravlja iz gozda cela neokleščena drevesa in po možnosti jih izruje s koreninami vred ("Ganzbaumnutzung", "Full-treeharvesting"). Poleg neizogibnega opustošenja, ki ga težka mehanizacija pusti v gozdu, imamo pri tem opraviti še s siromašenjem gozdnih tal. Ker se skoraj vsa proizvedena biomasa pospravi iz gozda vključno z lubjem, vejevjem in koreninami, kjer je vezano posebno veliko biogenih elementov, nastopi prekomerno izčrpavanje gozdnih tal. To izčrpavanje tal se da primerjati celo s škodami zaradi steljarjenja. V takih razmerah običajno naravno obnavljanje rodovitnosti tal ne zadoštuje ali sploh odpove.

V literaturi najdemo podatke o tem, koliko različni načini eksploatacije gozda izčrpavajo gozdna tla (13, 21). Konvencionalna izraba gozda s kleščanjem in lupljenjem debel v gozdu je pri tem zelo nedolžna, če jo primerjamo z najnovejšimi tehnologijami eksploatacije gozda. Nastalo škodo je mogoče do neke mere popravljati z mineralnim gnojenjem. S tem pa dospemo do umetnega vzdrževanja rodovitnosti tal, kot ga pozna kmetijstvo. Odlike naravnega gozda, vključno s skromnimi potrebami po vlaganju energije, se pri tem izgubijo (v. ARETIN 1).

Gozdarstvo v primerjavi s kmetijstvom zaenkrat porabi prav neznatne količine mineralnih gnojil. Teh gnojil tudi kmetijstvu vedno bolj primanjkuje. Tako si je nemogoče zamisliti, da bi gozdarstvo začelo povečevati potrošnjo mineralnih gnojil. Gozdarstvo ne more iti po stopinjah kmetijstva in masovno nadomeščati porabljene hranilne elemente v tleh. Problem pomanjkanja gnojil vseh vrst se bo v bodočnosti vedno bolj zaostroval. Tudi v kmetijstvu se že pojavljajo glasovi, ki opozarjajo na bolj racionalno gospodarjenje s hranilnimi elementi v tleh in na uporabo žetvenih odpadkov kot dobrodošlega organskega gnojila.

BENGSTON (6) v svojem članku obravnava probleme preskrbe z mineralnimi gnojili v Združenih državah. Na problem gleda optimistično z vidika bogate in razvite drža-

ve, ki nima prevelikih težav pri nakupu surovin v revnejših državah. Seveda z vidika manj razvite države izgleda ta problem precej drugače. Kljub temu avtor ugotavlja, da bo v bodoče dosti manj možnosti za uporabo mineralnih gnojil v gozdu in lesnih plantažah. Nasploh bo mineralno gnojenje upravičeno le tam, kjer lahko že z manjšo količino dosežemo razmeroma velik učinek. Tako je možno poživiti slabo rast gozdnih nasadov na degradiranih tleh, da drevje s svojimi koreninami hitreje prodre do zalog hranilnih elementov v globljih talnih slojih, in si nato pomaga z lastnimi močmi.

Razmeroma velik učinek ima mineralno gnojenje, če z njim odpravimo kakšne izrazite neugodnosti v kemizmu tal, npr. skoraj popolno odsotnost kakšnega hranilnega elementa. Avtor nasploh ugotavlja, da bo v bodoče treba bolj racionalno gospodariti z naravnim kapitalom hranilnih elementov v tleh. To pa pomeni bolj obzirno in negovalno gospodarjenje z gozdovi, kot smo ga sedaj navajeni.

POVZETEK

Sestavek povzema najnovejše rezultate raziskovalnega dela na področju mineralnega gnojenja v gozdarstvu v Sloveniji. Prikazana je razlika med kmetijskim in gozdarskim gnojenjem. Gnojenje v popolnoma denaturiranih kmetijskih ekosistemih je dosti bolj nepogrešljivo kot v bolj naravnih gozdnih ekosistemih, kjer še do neke mere deluje naravno obnavljanje rodovitnosti tal. Prikazan je pomen mineralnega gnojenja gozdov v različnih državah sveta. Obravnavana je umestnost in upravičenost gnojenja gozdov v srednjeevropskih razmerah.

Na kratko so prikazani rezultati gnojilnih poskusov v odraslih sestojih, ki so bili sicer objavljeni v tisku ali pa vsaj v obliki elaborata. Vsi ti poskusi so pokazali, da ima mineralno gnojenje le skromne izgleda za povečanje donosa gozdov. Možnosti za povečanje donosa gozdov pa ležijo predvsem v intenziviranju nege gozda. To je tudi predpogoj za gospodarsko upravičenost gnojenja.

Obravnavani so rezultati gnojilnih poskusov s startnim gnojenjem mladih gozdnih nasadov neposredno ob njihovem osnovanju. Namen startnega gnojenja ni neposredno povečanje prirastka lesa, ampak hitrejša rast mladih nasadov in s tem boljše premagovanje začetnih težav in nevarnosti. Rezultati večjega števila poskusov na raz-

ličnih rastiščih so pokazali, da startno gnojenje skoraj vedno nekoliko izboljša in pospeši rast mladih nasadov. Toda to izboljšanje je premajhno, da bi bilo gospodarsko zanimivo. Bolj kot startno gnojenje je za mlade nasade odločilna kvaliteta in primernost uporabljenih sadik ter skrbnost in strokovnost sadnje. Pri neprimernih sadikah in ob nestrokovni in malomarni sadnji je najboljše startno gnojenje brez koristi.

Obravnavan je tudi poskus poznopoletnega gnojenja sadik v gozdni drevesnici, ki pomeni popraviljanje prehranjenosti sadik pred njihovo presaditvijo na teren. Startno gnojenje takorekoč prestavimo iz terena v drevesnico. Poskus je pokazal ugoden učinek takega gnojenja na uspevanje sadik na terenu, vendar za prakso tak način gnojenja še ni zrel. Opominja nas pa na problem prehranjenosti sadik, ki je zaenkrat še zelo slabo rešen kljub obilnemu gnojenju v drevesnicah.

Že danes je treba misliti na vedno bolj težavno oskrbo z mineralnimi gnojili. Na vsak način ne smemo gozdove tako denaturirati in osiromašiti, da bi bilo potrebno z gnojenjem popravljati rodovitnost tal. Nujno je treba ohraniti naravno obnavljanje rodovitnosti gozdnih tal in s tem tudi primerno obzirno gospodarjenje z gozdovi. Temu se morajo podrediti tudi interesi mehanizacije v gozdu.

V bodoče se bo moralo gnojenje v gozdarstvu omejiti le na najnujnejše slučaje, kot je npr. korekcija izrazito neugodnih kemičnih lastnosti tal, in sploh na slučaje, kjer z malo gnojila dosežemo razmeroma velike učinke. Več pozornosti moramo že sedaj posvetiti biološki negi in melioraciji tal. Odgovorno gospodarjenje z naravnim kapitalom biogenih elementov v tleh postaja vedno večja nujnost.

L I T E R A T U R A

1. v. ARETIN, C.A.: Bemerkungen eines Praktikers der naturgemässen Waldwirtschaft zu Energieeinsatz und Energieumsetzung in der Forstwirtschaft. Forst-u.Holz-wirt, 1979, No.17, 384-386.
2. BAULE, H.: Stand und Entwicklung der Forstdüngung in Skandinavien. Allg.Forstz. München, 1970, No 1/2.
3. BAULE, H.: Die Entwicklung der Forstdüngung in einigen europäischen Nachbarländern. Kali-Briefe, Fachgebiet 6, Forstwirtschaft, 1.Folge, Juli 1972.
4. BAULE, H.: Forstdüngung weltweit in Gegenwart und naher Zukunft. Forstpflanzen-Forstsamen, Jg.13, 1973, H.2.
5. BAULE, H.: Neues zur Forstdüngung in der DDR. Allg.Forstzt. München, 1978, No.48.
6. BENGSTON, G.W.: Forest Fertilization in the United States. Progress and Outlook. Journal of Forestry, 1979, No.4, 222-229.
7. FAO-IUFRO: International Symposium on Forest Fertilization. Ministere de l'agriculture. Paris, 3-7.December 1973, strani 404 (material simpozija).
8. GLATZEL, G.: Ist Kulturdüngung bei Hochlagenaufforstungen sinnvoll? Allg.Forstztg, Wien. Jg.82 (1971), 10, 281-283.
9. GLATZEL, G.: Mineralstoffernährung und Aufkommen von Fichtenkulturen nahe der alpinen Waldgrenze. Cbl.ges. Forstw. Wien, Jg.93 (1976), 1, 1-23.
10. GUSSONE, H.J.: Möglichkeiten zur forstlichen Produktionssteigerung durch Düngung. Allg. Forstz. München. Jg.33 (1978), 15, 404-408.
11. KALAN, J.: Rezultati gnojilnega poskusa v smrekovem sestoku na Pokljuki. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1980, elaborat (tipkopis), strani 60 + priloge. Na razpolago v Gozdarski knjižnici v Ljubljani.

- 12.KENNEL, E., FRANZ, F.: Die Zuwachsleistung von Kiefernbeständen nach grossflächiger Flugzeugdüngung mit Kalkammonslapeter in Forstamt Weiden in der Pflaz. Forstarchiv, Jg. 48, 1977, No.10, 206-210.
- 13.KOMLENOVIĆ, N.: Utjecaj mineralnih gnojiva na ishranu i rast obične smreke (Picea abies Karst.) na lesiviranom akričnom (vrištinskom) tlu. Anali za šumarstvo 8/5, Zagreb 1978.
- 14.MAYER, H.: Waldbau auf soziologische-ökologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 1977.
- 15.ZUPANČIČ, M.: Poskus gnojenja borovih sestojev na prodnatih tleh Dravskega polja in možnosti za gnojenje odraslih gozdov v Sloveniji. Zb.gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 1975, L.13, št.2, 111-132, nem.povz.
- 16.ZUPANČIČ, M.: Gnojilni poskus v odraslem borovem gozdu na psevdogleju pri Poljani v Mežiški dolini. Zb. gozdarstva in lesarstva, L.14, št.1, 55-70, Ljubljana, 1976.
- 17.ZUPANČIČ, M.: Gnojilni poskus pri Podbrezjah na Gorenjskem in upravičenost gnojenja odraslih sestojev. Gozd.V. 1977, 307-315, nem.povz.
- 18.ZUPANČIČ, M.: Problemi korišćenja mineralnih djubriva u Sloveniji. Material simpozija "Primerna djubriva u šumarstvu kao mera za povećanje drvine mase", Zagreb i Lipovljani, 27.-28.juna 1978. Izdal Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar (ciklostil), 7 strani.
- 19.ZUPANČIČ, M.: Gnojenje pri pogozdovanju (startno gnojenje). Gozd.V., Ljubljana, 1978, 6, str.276-281.
- 20.ZUPANČIČ, M.: Mineralno gnojenje kot ukrep nege gozda. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana 1980, elaborat (tipkopis), strani 205. (na razpolago v Gozdarski knjižnici v Ljubljani)
- 21.YILDIRIM, M.: Der Nährstoffexport aus Fichtenrainbeständen in Abhängigkeit von Holzernteverfahren, Göttingen 1978 (disertacija).

POJMOVNO KAZALO

biomasa, izkoriščanje v gozdu	161
donos gozda	159
gnojilni poskusi	155
energija, poraba v gozdarstvu	159
mineralno gnojenje	148 - 163
- drevesnic	157
- gozdnih nasadov	157
- v odraslih sestojih	152
nasadi gozdnega drevja	157
rentabilnost vlaganj	157
startno gnojenje	157