

PRISPEVEK K REŠEVANJU PROBLEMATIKE ZAŠČITE LESENIH DROGOV V SLOVENIJI

Dr. Bogdan Ditrich in Ljerka Kervina, dipl. ing.

UVOD

Od vseh vrst gradbenega lesa so leseni električni drogovci, železniški pragoi in jamski les zaradi vpliva vlage najbolj izpostavljeni napadu gliv. To je bil vzrok, da se je ravno na tem lesu začela izvajati zaščita že v preteklem stoletju. V Sloveniji smo pričeli z impregnacijo lesa pred šestdesetimi leti. Čeprav ima zaščita lesa torej pri nas že tradicijo, je njen tehnični napredek v zadnjih desetletjih zaostajal za drugimi deželami, ker niso bili zadosti upoštevani osnovni pogoji, ki so lahko v različnih deželah različni. Po vojni se je z vidika lesne surovine in razpoložljivih zaščitnih sredstev situacija zelo spremenila. Zato je nastala večja nujnost, da se problematika impregnacije tudi pri nas znanstveno in strokovno obdela, upoštevajoč domače razmere.

Na odseku za kemično predelavo lesa Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije smo si leta 1957 zadali nalogo, da z raziskovalnim delom in s sodelovanjem s prakso rešimo vprašanje kvalitetne zaščite lesenih drogov pri nas.

Zaradi kompleksnosti problema smo najprej raziskali razvoj zaščite pri nas in s tem v zvezi izvedli pregled stanja lesenih drogov, vgrajenih v električnem omrežju Slovenije.

Da bi zainteresirali širšo strokovno javnost za nujnost reševanja te problematike, smo organizirali in aktivno sodelovali na številnih seminarjih v Sloveniji in v drugih republikah.

Na osnovi tujih in lastnih dognanj smo izdelali postopke za impregnacijo lesa, ki se do tedaj v Jugoslaviji niso uporabljali, in za to potrebna domača zaščitna sredstva. To sta osmozni postopek in postopek za naknadno zaščito že vgrajenih električnih drogov. Obnovili smo tudi prej uporabljeni Boucheriejev postopek.

S svojimi predlogi pa smo pripomogli k izdajanju JUS predpisov za impregnacijo lesa po novo vpeljanih postopkih.

Po uvedbi omenjenih postopkov zaščite lesa smo v različnih časovnih razdobjih izvedli kontrolo o učinkovitosti te zaščite. Kontrolirali smo drogove, vgrajene na poskusnih poljih, in drogove, vgrajene v električnem omrežju Slovenije.

Za strokovno in finančno pomoč pri izvajanju tega dela se zahvaljujemo Elektrogospodarski skupnosti Slovenije, elektro podjetjem, Skladu Borisa Kidriča in Zveznemu fondu za znanstveno raziskovalno delo.

I. RAZVOJ IMPREGNACIJE LESA V SLOVENIJI

1. Impregnacija lesa od leta 1906 do druge svetovne vojne

Razvoj impregnacije lesenih drogov pri nas lahko razdelimo v tri obdobja:

1. impregnacija od samega začetka (leta 1906) pa do druge svetovne vojne;
2. impregnacija od leta 1941 do 1952 in
3. impregnacija po letu 1952 do danes.

Prvo napravo za impregnacijo lesa je postavilo podjetje Rütgers v Hočah pri Mariboru. Impregnirali so drogeve in železniške pragove po Rüpingovem postopku.

Leta 1930 je bila postavljena prva naprava za impregnacijo lesa po Boucheriejevem postopku na Dolenjskem. Kot zaščitna sredstva so uporabljali soli thanalit in fluoran, dobavljena s Češkega.

Od leta 1934 do 1941 je lesni trgovec Šutej imel Boucheriejevo napravo z 250 priključki v Gradacu pri Črnomlju. Kot zaščitno sredstvo je uporabljal thanalit. Letna kapaciteta je bila do 2000 kosov. Ti drogovci so bili večinoma izvoženi v Afriko.

Leta 1937 je Boucheriejevo napravo za impregnacijo lesa postavil v Prigorici pri Ribnici graščak Rudež. Kot zaščitno sredstvo so prav tako uporabljali thanalit. V nasprotju z drugimi napravami je ta uporabljal tudi vakuum. Na spodnjem, debelejšem koncu so priključili kape za pritisk ca. 1,2 atm, na vrhove pa sesalne kape. S tem se je čas impregnacije zmanjšal za polovico. Naprava je obratovala z 240 priključki in so proizvedli ca. 1000 impregniranih drogov letno. Obratovanje te naprave je bilo med vojno ukinjeno.

V tem obdobju so bila v Sloveniji tri večja elektro podjetja: Kranjske deželne elektrarne (KDE) Ljubljana, Elektrarna Fala D. D., Maribor in Elektrarna Majdič, Kranj. Poleg omenjenih so bile še razne elektriške zadruge, občinska in mestna elektro podjetja in privatniki, ki so imeli samo lokalna omrežja in manjše podeželske elektrarne.

Za gradnjo električnih omrežij so uporabljali v glavnem borove drogeve, impregnirane s kvalitetnim katranskim oljem in omenjenimi solmi, in ne-impregnirane kostonjeve drogeve. Manjše količine smrekovih in jelkovih drogov so impregnirali s katranskim oljem po metodi polnega napajanja, ker tudi z večjimi količinami katranskega olja niso dosegli kvalitetne impregnacije. Poboljšanje kvalitete impregnacije smrekovih in jelkovih drogov so dosegli šele s kombinirano uporabo katranskega olja in cinkovega klorida. Razen tega so globinsko prodiranje olja pospešili s tem, da so poprej drogeve prebadali s posebno napravo. Vgrajevali so tudi nekaj hrastovih in robinijevih drogov. Zaradi slabo razvite elektrifikacije je bila potreba po lesenih drogovih majhna in so bile razpoložljive količine omenjenih vrst lesa zadostne za kritje potreb v elektro gospodarstvu.

Znano je, da se borov les kvalitetno impregnira s katranskim oljem in je povprečna trajnost teh drogov dosegla ca. 25 let. Glavni dobavitelj drogov, impregniranih s katranskim oljem, je bilo podjetje Rütgers v Hočah. Kranjske

deželne elektrarne pa so kupovale tudi s solmi impregnirane drogove na Dolenjskem. Za nizkonapetostna omrežja pa so večinoma uporabljali poleg impregniranih drogov neimpregnirane drogove domačega kostanja.

Že takrat so izvajali razne načine vzdrževanja električnih vodov, kot so: bandažiranje, injiciranje, premazovanje itd. Vendar so bila vsa ta, večinoma iz inozemstva uvožena, kemična sredstva draga in so jih naša elektro podjetja malo uporabljala. Naknadno zaščito drogov je izvajala le Elektrarna Fala, in sicer s karbolinejem, po Majerlovem postopku. Ker smo karbolinej proizvajali doma, je bila ta impregnacija poceni in razmeroma učinkovita. Elektrarna Fala je v času od leta 1930 do 1940 izvajala na svojih omrežjih ta način naknadne zaščite pri vgrajenih impregniranih in neimpregniranih drogovih ter jim s tem bistveno podaljšala življenjsko dobo.

Kontrolirali smo trajnost teh drogov in ugotovili naslednje rezultate:

Borovi drogovi, impregnirani po Rüpingovem postopku s katranskim oljem, vgrajeni leta 1925/26 in dvakrat naknadno zaščiteni po Majerlovem postopku, so še dandanes (po štiridesetih letih) dobro ohranjeni. Tudi neimpregnirani kostanjevi drogovi iz leta 1936/37, ki so bili samo enkrat (leta 1940) naknadno zaščiteni po Majerlovem postopku, so še razmeroma dobro ohranjeni.

Že v tem obdobju so vrhove drogov zaščitili z zaščitnimi pločevinastimi — kovinskimi kapami ali pa s specialnimi antiseptičnimi premazi. Tudi ta zaščita je bila uspešna. Ker pa se o tem ni vodila posebna evidenca, nismo mogli dobiti bolj detajlnih podatkov.

2. Impregnacija lesa od leta 1941 do 1952

Med drugo svetovno vojno so izvajali impregnacijo drogov v glavnem s cinkovim kloridom, v manjši meri pa s katranskim oljem. Ker voda cinkov klorid zelo hitro izpira, ta impregnacija ni bila kvalitetna. Ugotovili smo, da je trajnost večine teh drogov znašala največ 15 let. Na 35 kV DV Maribor—Št. Ilj. ki je bil zgrajen leta 1943, pa se je les pod vplivom cinkovega klorida in vlage razkrojil do take mere, da je prišlo do nepredvidenih in nevarnih lomov drogov.

Po osvoboditvi leta 1945 je doživela elektrifikacija izredno velik vzpon, tako pri proizvodnji električne energije, kakor tudi pri razširitvi električnega omrežja. V tej dobi je že zajela tudi najbolj oddaljene gorske vasice in postojanke. Ta veliki vzpon je nujno zahteval temu ustrezno veliko število lesenih drogov. Ker Slovenija razpolaga z razmeroma majhnimi količinami borovih drogov, je bilo Elektro gospodarstvo Slovenije primorano uporabljati velike količine razpoložljivih smrekovih in jelkovih drogov, da zadosti vsem potrebam po lesenih drogovih.

Leta 1945 so obnovili Boucheriejevo napravo v Gradacu pri Črnomlju. Naprava je imela samo še 150 priključkov. Kapaciteta je bila 800 drogov letno. Impregnirane drogove so vgrajevali v okolici Črnomlja, na Primorskem in na Gorenjskem, v okolici Jesenic. Leta 1956 so nabravili namesto thanalita novo zaščitno sredstvo fluoran s Češkega. S to soljo so impregnirali do vključno leta 1950. Poskusili so impregnirati tudi z bakrovim sulfatom, vendar so ga zaradi korozivnosti opustili. Zaradi pomanjkanja popolnoma svežih smrekovih, jelkovih in borovih drogov v lubju (ki so potrebni za ta postopek impregnacije) se je leta 1950 obratovanje te naprave popolnoma ustavilo.

V obdobju od leta 1945 do 1952 nismo imeli kvalitetnih katranskih olj. Zaradi tega je bila tudi impregnacija borovih drogov slaba. Znano pa je, da se s katranskim oljem smrekov in jelkov les slabo impregnirata, in sicer zaradi slabe penetracije olja v ti vrsti lesa, zato je bila impregnacija smrekovih in jelkovih drogov takrat nekvalitetna. Ugotovili smo, da je znašala življenjska doba takrat impregniranih borovih drogov 10 do 15 let, smrekovih in jelkovih pa samo 5 do 8 let.

Če primerjamo kvalitetno impregnirane borove drogeve s katranskim oljem pred vojno, ki stojijo še dandanes, z borovimi drogovi, impregniranimi po vojni, vidimo, kaj pomeni kvaliteta zaščitnega sredstva za trajnost lesa.

Zaradi velikega povpraševanja po drogovih jih pred impregnacijo niso dovolj posušili in so jih na pol sveže impregnirali z oljem. Olje ni moglo globoko prodreti v les in je les v notranjosti ostal neimpregniran in vlažen. Taki drogovci so večinoma že po nekaj letih znotraj strohneli, ker se zaradi impregnirane zunanje plasti niso mogli dovolj hitro posušiti.

Posledice slabe impregnacije lesenih drogov so zavedle nestrokovnjake in v manjši meri tudi strokovnjake uporabnikov, da so napačno primerjali ekonomičnost gradnje visoko- in nizkonapetostnih omrežij ter drugih napeljav z lesenimi drogovi z železnimi in betonskimi drogovi.

Leta 1950 so prenesli še uporabne dele Boucheriejeve naprave iz Gradaca pri Črnomlju v Stražo pri Dolenjskih Toplicah. Naprava je obratovala s ca. 200 priključki in je bilo v eni sezoni impregniranih ca. 600 drogov, delno za lastne potrebe, delno pa za druga elektro podjetja. Sveže drogeve v lubju so nabavljali pri gozdnih upravah in pri privatnikih. Kot zaščitno sredstvo so uporabljali fluoran. Leta 1954 se je zaradi pomanjkanja ustreznega lesa obratovanje ustavilo. Leta 1957 so napravo prodali Zadružni lesni industriji v Dravogradu (sedanji (IMONT)).

Leta 1952 je bil prenesen del Boucheriejeve naprave iz Prigorice v Ortnek pri Žlebiču na Dolenjskem. Napravo je prevzelo Lesno industrijsko podjetje (LIP) Ribnica. Obratovala je samo od leta 1952 do 1953. Obratovanje se je zaustavilo zaradi pomanjkanja surovine ter raznih reorganizacij.

Značilno za takrat impregnirane drogeve po Boucheriejevem postopku v Ortneku je bilo, da vrhovi drogov niso bili dobro impregnirani. Les se je namreč med impregnacijskim procesom, posebno pri tanjših drogovih, na vrhu toliko posušil, da jih kemikalije niso mogle prepojit. Zaradi tega so se ti drogovci na vrhu prej izrabili kot pri zemlji. Pomanjkljivost te impregnacije je bila še v tem, da so impregnirali drogeve, ki so bili premalo sveži.

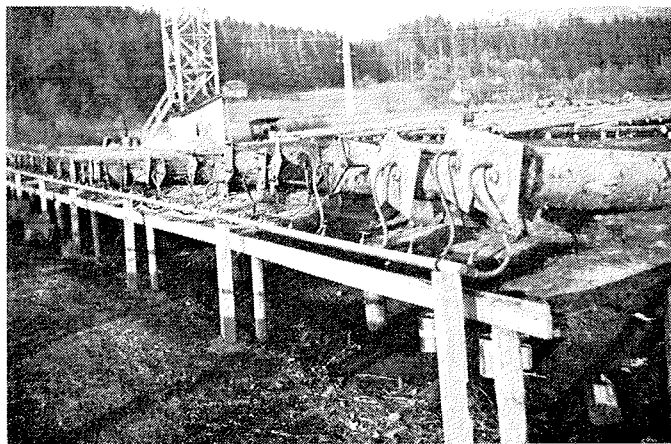
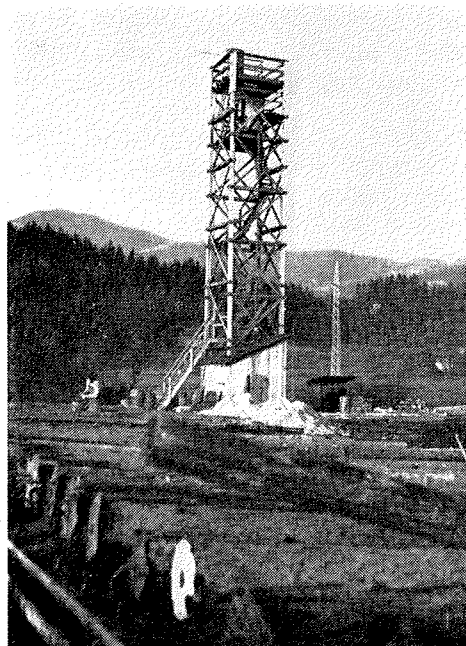
3. Impregnacija lesa od leta 1952 do danes

Po letu 1952 smo začeli izvajati impregnacijo lesenih drogov s kvalitetnejšimi katranskimi olji in smo za električne drogeve uporabljali le izbran in pravilno posušen les.

Leta 1957 se je osnovala »komisija za impregnacijo lesa« v sklopu Elektrogospodarske skupnosti Slovenije (ELES) in Poslovnega združenja podjetij za distribucijo električne energije v Sloveniji (DES) s sodelovanjem strokovnjakov Biotehniške fakultete, Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije in Društva za zaščito materiala Slovenije.

Na osnovi tujih izkušenj (2, 3, 4) in lastnih dognanj smo izdelali tehnološke postopke za učinkovito zaščito lesenih drogov in ustrezna domača zaščitna sredstva.

Ker smo imeli izkušnje, da se z Boucherijejevim postopkom dobro impregnirajo sveži smrekovi in jelkovi drogov, je na našo pobudo leta 1958 pričelo podjetje Zadruga lesna industrija Dravograd z izvajanjem te impregnacije na



Sl. 1. in 2. Naprava za impregnacijo lesenih drogov po Boucherijejevem postopku

svojem obratu v Slovenjem Gradcu. Kot zaščitno sredstvo so najprej uporabljali fluoran, nato pa pri nas izdelano sredstvo silvanit, pozneje pa wolmanit. Kapaciteta je bila ca. 2000 m³ lesenih drogov letno. Že leta 1960 in nato še leta 1962 je postavilo to podjetje dve enaki napravi, in sicer v Otiškem vrhu pri Dravogradu in v Vuzenici. Sedanja kapaciteta vseh treh obratov znaša ca. 8000 m³ lesenih drogov letno.

Po vzoru obstoječih Boucheriejevih naprav Zadrúžne lesne industrije v Dravogradu je leta 1958 začela obratovati prenosna Boucheriejeva naprava za impregnacijo električnih drogov v Tolminu.

Ta način impregnacije se je pokazal kot zelo ekonomičen in so tudi razna druga distributivna podjetja impregnirala del drogov po tem postopku v lastni režiji.

V tem času je Podjetje za impregniranje lesa v Hočah pri Mariboru že uspešno izvajalo impregnacijo drogov pod vakuumom in pritiskom v kotlih. S kvalitetnim katranskim oljem, ki so ga uvažali iz inozemstva, so impregnirali borove drogeve, ker struktura tega lesa dopušča globoko penetracijo olja v les. Tudi macesnovi in bukovi drogevi se dobro prepojijo s katranskim oljem. V letu 1959 so bili izdani novi JUS predpisi za kotlovno impregnacijo s katranskim oljem (»impregnacija drogov za napeljave s katranskim oljem po JUS D. T. 4.022/1959«).

Leta 1960 so v Hočah začeli impregnirati smrekove in jelkove drogeve v kotlih pod vakuumom in pritiskom z v vodi topnimi zaščitnimi sredstvi, in sicer z wolmanit UAR soljo. Izšli so tudi JUS predpisi (»Impregnacija drogov za napeljave s solnimi raztopinami po JUS D. T. 4.023/XII, 1961«).

V tem času so razna gozdna gospodarstva in distribucijska podjetja (Elektro Gorica, Elektro Kranj, Elektro Celje, Elektro Kočevje) pričela impregnirati električne drogeve po t. i. osmoznem postopku. Potrebno zaščitno pasto, s katero se po osmoznem postopku premažejo drogevi, je izdelalo po naših navodilih podjetje Silvaprodukt v Ljubljani. Ta postopek ne zahteva nobenih naprav niti kvalificirane delovne sile, daje pa zelo kvalitetno impregnirane drogeve. Zato so ga na našo pobudo in z našim strokovnim sodelovanjem uporabili za impregnacijo drogov v težko dostopnih krajih blizu mest sečnje in na mestih vgraditve drogov. Tako je bila pospešena hitra elektrifikacija pasivnih krajev



Sl. 3. Impregniranje lesenih drogov po osmoznem postopku

z impregniranimi drogovi. Leta 1958 so bili izdani standardni predpisi za osmoziranje drogov (»Impregnacija lesenih drogov za napeljave s fluoridi po postopku osmoze JUS D. T. 4.037-VII-1962«).

Kot je iz opisanega razvidno, so bili na ozemlju Slovenije vgrajeni drogovi z različnimi načini impregnacije in sredstvi za impregnacijo, kakor tudi v različnih časih. Iz statističnih podatkov ELES iz leta 1955 je razvidno, da je bila poprečna trajnost teh drogov samo ca. 13,5 let, kar pomeni 7,5 % letno zamenjavo.

Zaradi tega stanja smo se odločili za tako imenovano naknadno zaščito električnih drogov. Če se namreč drog ovije z zaščitno bandažo na mestu, kjer začne najprej propadati, tj. na prehodu zemlja-zrak, se mu podaljša doba uporabnosti. Zaščitna bandaža vsebuje antiseptično sredstvo, ki prodira v les. V ta namen smo izdelali pri nas na inštitutu prve uporabne ovijalne bandaže za naknadno zaščito električnih drogov pri zemlji. Te smo izdelali iz strešne lepenke ($4,3 \times 12$ cm), ki ima na eni strani zadostno plast zaščitnega sredstva na bazi fluoridov. S temi bandažami so začeli ovijati veliko število že vgrajenih drogov, ne glede na njihovo osnovno impregnacijo.

Za preizkus učinkovitosti in trajnosti bandaž smo postavili leta 1956 in 1957 štiri preizkusne postaje lesenih drogov na terenih različnih kakovosti, in sicer: na Vrhniki, v Kromberku pri Novi Gorici, v Klečah pri Ljubljani in v Radvanju pri Mariboru.

Na teh poskusnih postajah smo vgradili ca. 80 preizkusnih drogov, dolgih 3—4 m, najrazličnejših vrst lesa, impregniranih in neimpregniranih ter raznih stopenj dotrajanosti.

Ovili smo jih z bandažami in njihove vrhove pokrili z zaščitnimi kapami. Ti drogovi so danes dragocen material za presojo o učinkovitosti zaščitnih, v vodi topnih sredstev.

Že po treh mesecih po vgraditvi drogov smo ugotovili, da je zaščitno sredstvo prodrlo 2—3 cm globoko v les. Ugotovili smo tudi, da na vlažnem terenu zaščitno sredstvo hitreje prodira iz bandaže kakor na suhem. To je tudi zelo ugodno, ker so drogovi ravno na vlažnem terenu hitro izpostavljeni napadom gliv in propadanju.

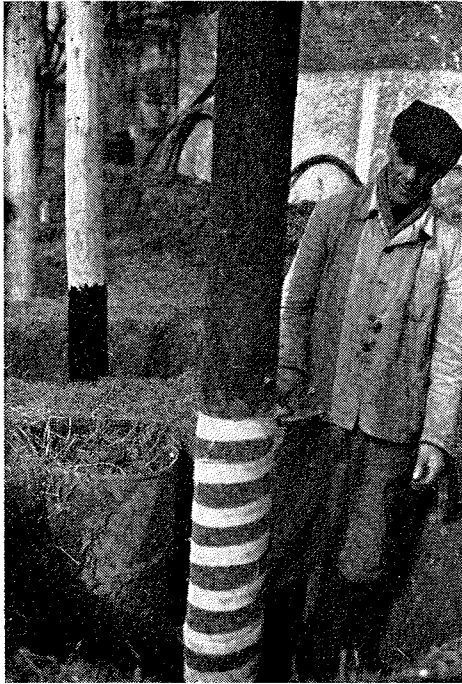
Ugotovili smo, da so ostale bandaže po petih letih površinsko intaktne, čeprav je vse zaščitno sredstvo iz bandaže prodrlo v les. Zunanji bitumenski premaz še nadalje varuje naknadno impregniran drog pred atmosferilijami, ki bi sicer sredstvo iz lesa lahko izprale. Naši poskusi so tudi pokazali, da se dajo tudi leseni drogovi, impregnirani s katranskim oljem, po preteku 8 do 10 let uspešno zaščititi z bandažami. Zaščitno sredstvo iz bandaže lahko prodre tudi skozi s katranskim oljem impregnirano plast droga.

Leta 1958 je na našo pobudo začelo podjetje Silvaprodukt v Ljubljani industrijsko izdelovati bandaže, kape za vrhove drogov in impregnirne vložke in začelo z njimi oskrbovati številna elektro podjetja v Jugoslaviji.

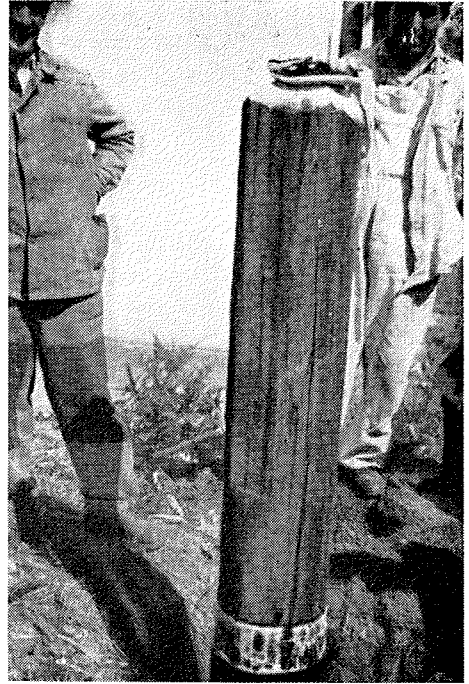
Obnova bandaž bi se morala izvajati vsakih 8 let, če želimo doseči podaljšanje trajnosti drogov za ca. 15 let.

Že leta 1959 smo opazili rezultate naknadne zaščite s podaljšanjem trajnosti električnih drogov na poprečno 20 let, kar ustreza 5 % letni zamenjavi dotrajanih drogov.

Z nadaljevanjem impregnacije lesenih drogov z zaščitnimi sredstvi, topljivimi v vodi (po letu 1958), in z vse intenzivnejšo in obširnejšo naknadno zaščito

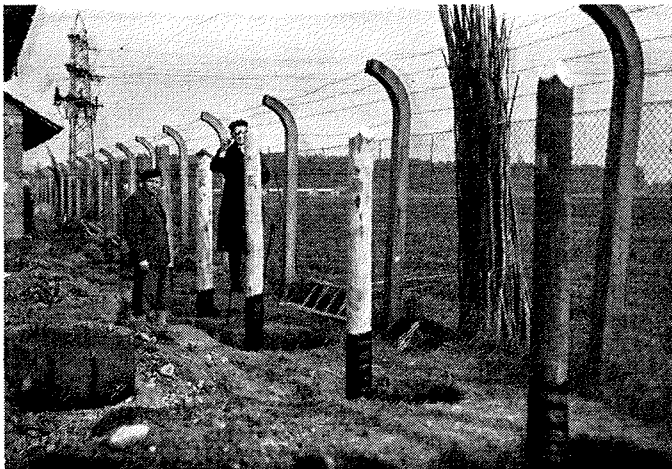


Sl. 4. Bandažiran električni drog



Sl. 5. Vrh lesenega droga z zaščitno kapo

se je stanje trajnosti električnih drogov iz leta v leto znatno boljšalo. Iz statističnih podatkov distributivnih podjetij Slovenije in Elektro prenosa je razvidno, da so v letu 1960 in 1962 dosežene poprečne trajnosti električnih drogov od 25 do 30 let in letna zamenjava 3,3—4%, kar je že evropski nivo kvalitetne zaščite lesenih drogov. Ta izboljšava je imela seveda velik pomen za naše gospodarstvo.



Sl. 6. Z bandažami zaščiteni drogov in premazovanje vrhov na poskusnem polju

Razen prizemnih bandaž so na terenu začeli uporabljati tudi nadzemne in sicer na mestih, kjer bi lahko zaradi zadrževanja vode in podobnega prišlo do gnitja droga. Zaščitno sredstvo pod vplivom atmosferske vlage pronica v les in varuje drog v dolžini 2—3 m pod bandažo.

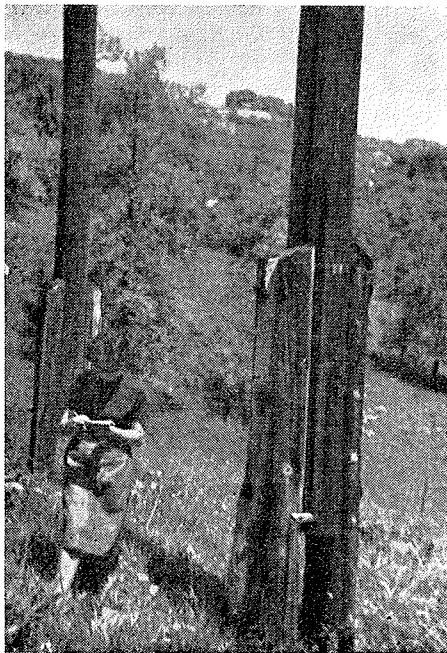
Hkrati z bandažami se je na našo pobudo na terenu začelo s prekrivanjem vrhov drogov z zaščitnimi kapami. Atmosferska vlaga raztaplja zaščitno sredstvo, ki ga les vpija. Tako pokriti drog je zaščiten od vrha navzdol, v dolžini 1—2 m. Kape je priporočljivo obnavljati vsakih 5 do 6 let.

Za način izdelave in namestitve kap so bili izdani standardni predpisi, objavljeni pod JUS D. T. 4.041, VII. 1962.

Za naknadno zaščito so na terenu začeli uporabljati tudi impregnirane vložke. Ta način je posebno dober za mesta na drogu, kjer se zadržuje vlaga, pri prečkah A drogov. Naši poskusi so pokazali, da se zaščitno sredstvo vložkov pod vplivom vlage v lesu raztopi že po nekaj mesecih in na teh mestih učinkovito zaščiti les.

Leta 1962 so bili izdani tudi standardni predpisi o zaščiti lesa z impregniranimi vložki (JUS D. T. 4.041, VII. 1962).

Trajnost vgrajenih električnih drogov lahko podaljšamo tudi z različnimi kleščami. Impregnirane ali neimpregnirane drogove lahko takoj po vgradnji ali pozneje vpenjamo v posebne klešče, dolžine 3—5 m, ki drže drog ca. 20 cm nad zemljo. Klešče so lahko iz kvalitetno impregniranega lesa, betonske ali iz profilnega železa. Dotrajanim drogovom se lahko odžaga okuženi del in se vpnejo v klešče. To se lahko izvede tudi takrat, ko je mreža pod napetostjo, če upoštevamo varnostne predpise. Pri pregledu električnih drogov na terenu smo zasledili veliko število tako zaščitenih drogov.



Sl. 7. S kleščami iz impregniranega lesa zavarovani leseni električni drogov

V zadnjem letu se uvaja v podjetju za impregniranje lesa v Hočah pri Mariboru nov način impregnacije lesenih drogov pod vakuumom in pritiskom s solmi, ki se topijo v vodi. Po tem, tako imenovanem načinu popolnega napajanja se v les vnaša maksimalno možna količina zaščitnega sredstva, ne pa samo določena količina na m^3 . Po tem načinu se uporabi večja količina zaščitnega sredstva na m^3 lesa kot po dosedanjih postopkih, zato so višji proizvodni stroški, dosežemo pa s tem kvalitetnejšo zaščito.

II. KONTROLA KVALITETE ZAŠČITE ELEKTRIČNIH DROGOV, IMPREGNIRANIH PO NOVO VPELJANIH POSTOPKIH

Znano je, da za dosego kvalitetne impregnacije mora zaščitno sredstvo prodreti globoko v les in ostati v njem kljub izpiranju zaradi atmosferilij čimdlje.

Ker so v soleh, topljivih v vodi, ki smo jih uporabljali, aktivna komponenta fluoridi, smo za kontrolo kvalitete zaščite izvedli

1. meritve penetracije fluora (6) in
2. kvantitativne analize fluora, ki je po določenem času še ostal v lesu (1, 4).

1. Meritve penetracije fluora

Meritve globine penetracije smo izvajali tako, da smo preizkusne vzorce lesa prebrizgali z reagentom, cirkonijevim alizarinsulfonatom. Na mestih, kjer je navzoč fluor, preide rdeča barva reagenta v rumeno barvo, ki je natrijeva sol alizarinsulfonske kisline. Rezultati teh meritev so naslednji:

Pri drogovih, impregniranih po osmoznem postopku, je zaščitno sredstvo prodrlo v poprečju okoli 5 cm globoko v les. V naknadno zaščitene smrekovih drogovih je znašala globina penetracije po treh mesecih v poprečju 1,5 cm, v impregniranih borovih drogovih 5 cm, v impregniranih robinijevih drogovih pa je globina penetracije po sedmih mesecih znašala poprečno 1,5 cm.

V zvezi s penetracijo smo ugotovili še to, da se penetracija fluora v les po omenjenem času ni zaustavila, pač pa se je nadaljevala še v večjo globino. To nam dokazujejo v nadaljnjem prikazane kvantitativne analize, s katerimi smo dokazali, da je fluor navzoč tudi od 4—8 cm globoko v lesu.

Iz rezultatov meritev je torej razvidno, da v vodi topne soli na podlagi fluora že v kratkem času po impregnaciji dobro penetrirajo v različne vrste lesa.

2. Kvantitativne analize fluora

Da bi ugotovili količino fluora, ki je ostala v zaščiteneh drogovih po različnem času, smo izvedli kvantitativne analize izvrtkov drogov na globinah 4 do 8 cm, ki so vgrajeni v različnih krajih električnega omrežja v Sloveniji.

Količino fluora smo določili v 29 smrekovih drogovih, ki so bili impregnirani po Boucheriejevem postopku s soljo silvanit in vgrajeni v Hublju — Vipavi (Elektriško podjetje Gorica), v Slovenjem Gradcu (Elektriško podjetje Slovenj Gradec) in v Otaležu (Elektriško podjetje Tolmin). Ugotovili smo, da ti drogovi vsebujejo po petih letih še vedno v poprečju 1,381 kg fluora oz. 3,05 kg natrijevega fluorida na m^3 lesa, računano na celotno prostornino

droga. Ker vemo, da že okoli 1 kg natrijevega fluorida zadostuje za zaščito lesa pred glivami (1), je v lesu torej 3-kratna potrebna količina fluora.

Pri številnih drogovich, impregniranih s fluoranom po Boucheriejevem postopku (uvoženo sredstvo), smo ugotovili, da se že po nekaj letih fluor popolnoma izpere. Zato mislimo, da je to sredstvo za zaščito lesenih drogovich nepri- merno.

Analizirali smo tudi 14 drogovich, ki so bili impregnirani po osmozem po- stopku s pasto difundit in vgrajeni na Črnem vrhu (Elektriško podjetje Gorica). Ti drogovich so po 4 letih vsebovali poprečno 0,81 kg fluora na m³ lesa oz. 1,8 kg natrijevega fluorida, računano na celotno prostornino droga, kar je okoli 2-kratna količina zaščitnega sredstva, ki je potrebna, da zaščiti les pred glivami.

Določili smo količino fluora tudi v naknadno zaščiteneh drogovich, in sicer v 47 smrekovich drogovich, vgrajenih na Črnem kalu in v Šmarju (Elektriško podjetje Koper), na Zlatem polju in v Podljubelju (Elektriško podjetje Kranj), v Idriji, Karojbi, Hublju in Divači — Doblarju (Elektro prenos Ljubljana), v Ptujju (Elektriško podjetje Maribor), v Dobrah pri Laškem in Trbovljah (Elek- triško podjetje Celje) in v Slovenjem Gradcu (Elektriško podjetje Slovenj Gra- dec). Naknadno zaščitene drogovich so vsebovali po petih letih v območju bandaž okoli 2,8 kg fluora na m³ lesa, kar je nad 6-kratna količina zaščitnega sred- stva, ki je potrebna za zaščito lesa.

Rezultati analiz kvantitativnega določanja fluora v vgrajenih drogovich potrjujejo, da novo vpeljani postopki impregnacije — Boucheriejev postopek, osmozni postopek in postopek naknadne zaščite — omogočajo kvalitetno zaščito električnih drogovich različnih vrst lesa.

ZAKLJUČKI

Opravili smo pregled električnih drogovich, vgrajenih v raznih električnih omrežjih Slovenije, in proučili razvoj te impregnacije pri nas.

Ta razvoj lahko razdelimo v tri obdobja: 1. od začetka do leta 1941, 2. od leta 1941 do 1952 in 3. od leta 1952 do danes. Proučili smo kvaliteto impregnacije in trajnost električnih drogovich, ki so bili impregnirani v različnih obdobjih z raz- ličnimi sredstvi.

Borovi drogovich, ki so bili impregnirani s kvalitetnimi katranskimi olji pred vojno, so vgrajeni že okoli 40 let. Borovi drogovich, ki so bili impregnirani po vojni z nekvalitetnimi katranskimi olji, so bili slabo zaščiteni, saj je bila njihova trajnost samo 10 do 15 let. Tudi s kvalitetnimi katranskimi olji impreg- nacija smrekovich in jelkovich drogovich ni bila zadovoljiva. Trajnost smrekovich in jelkovich električnih drogovich, vgrajenih po vojni, je bila samo okoli 5 do 8 let.

Po ugotovljenem stanju smo leta 1957 prevzeli del velike naloge, da im- pregnacijo lesa dvignemo na nivo kvalitetne zaščite.

Uporabo katranskega olja smo omejili v glavnem le na borove drogove, smrekove in jelkove drogove pa smo začeli impregnirati vedno v večji meri s sredstvi topljivimi v vodi, na osnovi fluora. V različnih krajih Slovenije smo vpeljali nove postopke impregnacije — osmozni postopek in postopek naknadne zaščite z bandažami — ter obnovili zdavnaj opuščeni Boucheriejev postopek.

Kontrolo kvalitete impregnacije teh drogov smo izvedli z meritvami penetracije fluora v različne vrste lesa in s kvalitativnim določanjem fluora v izvrtkih vgrajenih drogov.

Z meritvami penetracije smo ugotovili, da uporabljena, v vodi topna zaščitna sredstva na osnovi fluora v kratkem času dobro penetrirajo v različne vrste lesa, vključno v jelkov in smrekov les.

Kvantitativne analize fluora pa so pokazale, da drogovi, ki so bili impregnirani po Boucheriejevem postopku s soljo silvanit, še po 5 letih vsebujejo 3-kratno količino fluora, ki je potrebna, da bi zaščitili les pred napadom gliv.

Drogovi, ki so bili impregnirani po osmornem postopku s pasto difundit, so po štirih letih vsebovali še dvakratno potrebno količino fluora.

Impregnacija s fluoranom po Boucheriejevem postopku ni kvalitetna, ker se že po nekaj letih fluor popolnoma izpere.

Rezultati kvantitativnega določanja fluora so pokazali, da vgrajeni drogovi, ki so bili na terenu naknadno zaščiteni z bandažami, vsebujejo po petih letih v območju bandaž nad 6-kratno količino fluora, ki je potrebna, da jih zaščitijo pred trohnozami.

Rezultati laboratorijskih raziskav in ugotovitve na terenu dokazujejo, da je impregnacija lesa v Sloveniji dosegla stopnjo industrijsko razvitih dežel.

BEITRAG ZUR FRAGE DES SCHUTZES VON HÖLZERNEN LEITUNGSMASTEN IN SLOWENIEN

Zusammenfassung

In der Abhandlung wird die Tätigkeit des Sektors für chemische Holzverarbeitung beim Institut für Forst- und Holzwirtschaft Sloweniens, und zwar die Bearbeitung der Holzschutzproblematik, dargelegt. Es wird der gesamte Verlauf der Impregnierung von Leitungsmasten in Slowenien seit 1906 bis heute beschrieben.

Aus den Resultaten der Untersuchungen ist ersichtlich, dass sowohl die nach Osmose-Verfahren und nach Verfahren von Boucherie mit chemischen wasserlöslichen Salzen auf Fluorbasis impregnierten Leitungsmasten als auch die nachträglich mit Bandagen geschützten nach mehreren Jahren noch immer genügend Fluoride enthalten, um für eine längere Zeitspanne weiterhin vor Pilzbefall gesichert zu sein.

Literatura

1. *Ditrich, B.; Kervina, Lj.*: »Kvaliteta zaščite električnih drogov v Sloveniji v zadnjem desetletju.« Elektrotehniški vestnik, Ljubljana, 1967.
2. *Hunt, G. M.; Garratt, G. A.*: Wood preservation, New York, 1953.
3. *Mahlke-Trotschel*: Handbuch der Holzkonservierung. Berlin, 1950.
4. *Sandermann, W.*: Grundlagen der Chemie und chemischen Technologie des Holzes. Leipzig, 1956.
5. *Schulze, B.; Theden, G.; Starlinger, K.*: »Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der Pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln«. Holzschutzmittel, Prüfung und Forschung, Berlin, 1950.
6. *Theden, G.; Kottlors, Ch.; Becher, G.*: »Versuche zur Beurteilung der Zircon-Alizarin-Reaktion für den Nachweis Fluor-haltiger Holzschutzmitteln«. Holz als Roh- und Werkstoff, XII, 1964, 12, Berlin.