ЕколЗашт.Живот.Сред. Ekol.Zašt.Život.Sred.	Том 2 Vol.	Број 1 No.	стр. 21-28 p.p.	Скопје 1994 Skopje

Примено во редакција:
10. мај 1994

ISSN 0354-2491
UDC 630*2:556(497.2)
оригинален научен труд

ЗА ХИДРОЛОШКИОТ ЕФЕКТ НА ШУМИТЕ ВО ЗОНАТА СО НЕДОВОЛНИ ВРНЕЖИ

И.РАЕВ

Шумарски институт, БАН, Софија, Бугарија

ABSTRACT

Raev, I. (1994). On the hydrological Effect of Forests in the zone of insufficient Precipitation. Ekol. Zašt.Živ.Sred., Vol. 2, No.l, Skopje.

Traced is the historical evolution of tree vegetation, trends in the changes of the ecological conditions of Europe, as well as the consequences of the establishment of coniferous stands in the zone with insufficient precipitation. Cited are quantitative data on the hydrological effect of coniferous and broadleaved species, proving the hypothesis of the superiority of broadleaved vegetation in hydrological aspect, in comparison with coniferous vegetation: lower interception more net precipitation, more quantities of water for transpiration and higher vitality of stands.

Key words: interception, precipitation, transpiration, hydrological aspect

ИЗВОД

Раев. И. (1994). Хидролошкиот ефект на шумите во зоната со недоволни врнежи. ЕколЗашт.Жив. Сред., Том 2, Бр. 1, Скопје.

Следена е историската еволуција на дрвенестата вегетација, текот на промените на еколошките услови во Европа и последиците од уредувањето на стаништата со иглолисни насади во зоната со недоволни врнежи. Дадени се квантитативни показатели за хидролошкиот ефект на иглолисните и широколисните видови, потврдувајќи ја предноста на широколисната вегетација од хидролошки аспект во споредба со иглолисна вегетација: помала интерцепција, повеќе нето врнежи, поголеми количини вода за транспирација и подобри услови за развој.

Клучни зборови: интерцепција, врнежи, транспирација, хидролошки аспект

ВОВЕД

На Балканскиот Полуостров шумите се распространети од нивото на морето до 2400-2500 метри н.в. Сепак треба да се истакне дека природните иглолисни шуми во Бугарија се формирани главно на појасот над 700-900 метри н.в., додека широколисните се среќаваат насекаде.

Широколисните шуми се развиваат нормално и во зоната со недоволни врнежи во ниската шумска зона во Бугарија, каде согласно методот на Walter (1970) се појавува т.н. сушен период. Пример за таков климатски тип можеме да најдеме во Североисточна Бугарија. за еколошкиот стационар "Девња", расположен 30 km западно од Варна, на 160 m н.в. со средна годишна температура 11,7°C и 469 mm врнежи (Сл.1).

Карактеристично за оваа зона е продолжителниот период со температура над 10°C од 15-ти април до 30-ти октомври што изнесува 195 денови. Од овој период ги исклучуваме деновите со недоволни врнежи - од 27 август до 20 октомври што трае 53 денови. Следствено на ова, реалниот вегетациски период не е 195 денови туку 142 дена.

Слична климатска карактеристика на Бугарија имаат шумите од 800 до 900 m н.в., каде индексот no De Marton е под 40, карактеристичен за климаксните шуми, Раев (1983). На таков начин

близу 40% од шумите на Бугарија и до голем степен и на Балканскиот Полуостров се во зоната со недоволни врнежи. Зошто, при овие услови широколисните шуми од дабови, брест, јасен, липа, габер и др. успешно се развиваат, додека други, како што се некои иглолисни, страдаат и загинуваат? Причините треба да ги бараме во еволуцијата на видовите, во тенденциите на промените на климата и разликите во нивниот воден биланс.

ДИСКУСИЈА

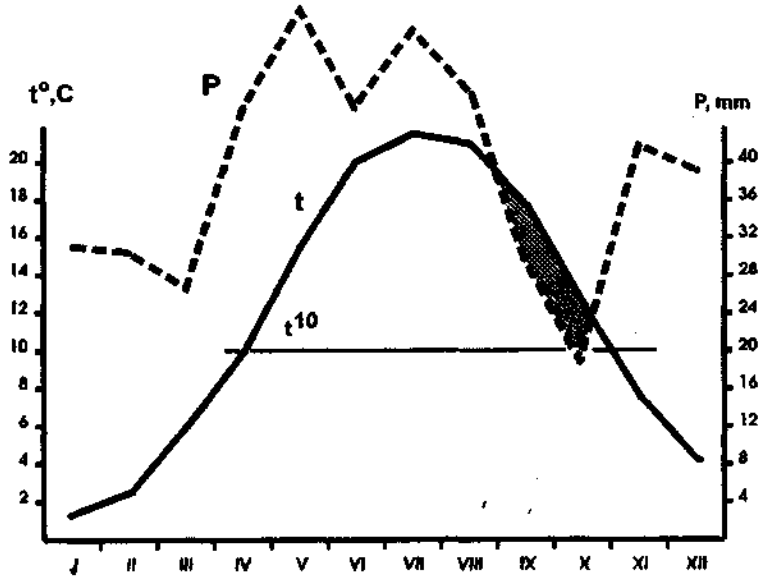
Еволуција на дрвенестите видови и односот кон природната средина

За да се разберат особеностите на одделните дрвенести видови и нивното хидролошко влијание, треба да се знаат некои важни моменти од нивната историска еволуција. Голосемените во својот историски развој се појавуваат пред, скриеносемените растенија. Се појавиле во услови на релативно влажна и ладна клима, а се развивале врз раздробени карпи. После пионерската улога на некои од нив, почвените услови стануваат поволни и за широколисните дрвенести видови. Но еволуцијата ево насока, не само на почвениот потенцијал, туку и во климата Според некои автори од субтропска и влажна во тек на долниот плиоцен, климата станува посува и топла кон крајот на плиоцен, а фазата на засушување во југоисточна Европа продолжува и сега (Стефанов 1958).

Еволуцијата на шумската растителност денес може до извесен степен да се илустрира со редењето на растително-географските области. Во услови на влажна и ладна клима, на релативно бедни и млади почви од горниот дел на планините кај нас, успеваат главно иглолисни дрвенести видови (борови, смрча, молики, кривуљ). Во понискиот дел на земјата, при потопла и сува клима, но на побогати и развиени почви, приоритет имаат широколисните шуми(бука, дабови, липи, јасени и др.).

Широколисните имаат развиено приспособувања и квалитет за забрзана, но често пократка вегетација, која е стекната во еволутивната борба. По податоци на Larher (1978), иглолисните имаат максимална транспирација на вода сд 450 до 550 mg/dra^2/h лисна површина, а при широколисните таа достигнува до 800-1200 mg/dm /h. Спроведувањето на водниот тек кај иглолисните е забавено поради архаичната градба на спроводниот систем, кој е изграден од кратки затворени трахеиди. Максималната брзина на транспирациониот ток кај иглолисните е околу 1,2 m/h, а кај широколисните од 4-44 m/h (Berger 1931, Huber 1956).

Забрзаното спроведување на водата и интензивирањето на фотосинтезата кај широколисните им дава можности во кратки рокови да го реализираат годишниот раст и развој. Тие ги искористуваат рационално поволните еколошки услови за раст во првата половина на вегетацискиот период, кога влагата е во достатни количини и на таков начин стануваат по независни во борбата за влага во аридни услови.



Сл. 1. Климадијаграм за еколошкиот стационар "Девња", 160 m н.в. за периодот 1976 -1984 година

Fig. 1. Walter's Climatogram for the Devnya Ecological station. 160 m a.s.l. forthe 1976-1984 period

Широколисните во својот еволутивен развој имаат постигнато една извонредна предност: сезонскиот листопад. Преку овој процес тие не само што го регулираат лисниот апарат во зависност од климатските услови, туку влијаат и врз количината на влагата и сончевата енергија, кои продираат до почвата во одделните сезони. Преку листопадот остро се скратува активната површина на шумата како и интерцепцијата. Листопадот осигурува значително поголема количина на влага до почвата во есенско-зимскиот период, почвена акумулација на влага и подобра шанса за успех во вегетацискиот период. Затоа широколисните се многу подобро приспособени кон ритмиката на природната средина особено во реоните со посува и потопла клима во умерената зона и постепено ги истиснале порано појавените иглолисни. Последните, природно опстанале во зоната со поладна и рамномерно влажна клима на високите планини. Се добиваат т.н. "климаксни заедници", Одум (1975). На тој начин се постигнува можниот највисок шумско растителен и еколошки ефект.

Тенденции во промените на еколошките состојби во Европа под влијание на загадениот воздух

Според изучувањата од последната декада загадувањето на земјината атмосфера има глобален карактер. Како последица на тоа, најдени се првите докази за промената на климата на Земјата.

Според Harris и Nickerson (1984), концентрацијата на CO_2 на Аљаска, Хаваи, Самоа, Јужниот пол и др. како најчисти реони на Земјата е зголемена од 325ppm во 1973 годинана343рртво 1983 г. По податоците на Rasmussen и Khalil (1984), концентрацијата на метан во ледот на Гренланд и Антарктик е зголемена во последните 100 години од 950 на 1650 ppbv. Слично е со зголемувањето на азотниот оксид, хлор-флуор карбонските соединенија, на тропосферен озон и др.

Како ефект од зголемената концентрација на овие гасови, за последните 100 години е докажано зголемување на температурата на приземната атмосфера од 0,3 до 0,7 С. Тоа се елементи на т.н. "стаклена градина" (Munn 1987).

Ако овие тенденции продолжат во наредните сто години можат да се очекуваат драматички промени на климата (од 1,5 до 4,5°С), во топењето на ледниците, во нивото на светскиот океан. како ефект од загадувањето на воздухот. За реонот на југоисточна Европа можат да се очекуваат неповолни промени кон засушување и затоплување, кои ќе влијаат на економиката на сите држави.

Влијанието на загадениот воздух преку киселите врнежи и директното влијание се одразува врз стабилната состојба на шумите во Бугарија и југоисточна Европа (Раев 1985, Александров 1988. Роснев 1988).

Последици од променат на широколисните шуми со иглолисна растителност

Последните децении во Бугарија настанаа големи промени во шумскиот покривач: беа засадени 10 млн. декари нови шуми. Околу 2/3 однив се посадени во пониските и засушливи реони на државата. Дел од нив се пошумени при лоши еколошки услови - девастирана широколисна растителност; слабиврнежи, еродирани терени. Други на многу подобри станишта на местото на постојната широколисна растителност, на зачувани почви и повеќе врнежи. И во едните и во другите услови пошумувано е главно со иглолисни дрвенести видови. Какви се резултатите и последиците?

На лоши станишта

Практиката на пошумување во Бугарија последните 40 години покажа дека на еродирани и суви терени не може да се успее со широколисните дрвенсети видови (дабови, бука и др.) кои се избирливи кон почвата. При такви услови кај нас се потврди пионерската улога на иглолисните, особено црниот бор *(Pinus nigra* Arnold.), вид со добро изразена ксероморфна анатомска градба. За повисоките делови на планините (над 800-900 m н.в.) оваа улога ја игра белиот бор *(Pinus silvestris* L.). Длабоките коренски системи на овие видови продираат во подлабоки и повлажни слоеви и стануваат релативно независни од врнежите. Се формира ново кружење на водата: од мало физичко кружење и интензивна денудација, кон биолошко кружнење, навлажување на ландшафтот, стабилизирање на водните текови и зголемување на квалитетот на речните води.

Но иглолисните со текот на времето имаат и значајни дефекти: во фаза на кулминација по прираст во височина (20-40 г. кај боровите) тие се во кризна состојба, го забавуваат својот раст, се сушат и загинуваат.

Во такви случаи треба да се работи со пократки турнуси и со иглолисни, до создавање на доволна органика во почвата. После тоа може да се обнови коренската широколисна растителност.

Бугарија може да се гордее со создадените декари млади шуми. Целите Источни Родопи, водособирните површини на акумулациите "Искар", "Студена", "Тополница" и др. го преобразија изгледот на Бугарија.

На добри станишта

Ако внесувањето на иглолисни како примарен елемент на деградирани терени во засушливата зона заслужува висока еколошка оцена, реконструкцијата на широколисните шуми на добри станишта каде се изградуваат климаксни заедници, губи секаква смисла. Последиците се главно во деформациите на водниот биланс.

Под склопот на иглолисните продираат помалку врнежи во споредба на широколисните. Во Североисточна Бугарија, на пр. во стационарот "Девња" нормата на врнежите е меѓу 450 и 515 mm, Широколисната растителност (цер, бел габер, црн габер, кисело дрво, акација и др.) имаат загуби од интерцепција од 12 до 61 mm или од 2,6 до 13,5% од врнежите (Таб.1).

Во исто време во крошните на црноборовите и кедровите култури, загубите достигнуваат од 107 до 165 mm или од 22,8 до 35,1% од врнежите.

Трансформирани во водна количина тоа значи, дека при врнежи од 4500 до 5150 m /h/год во зоната на дабовите, од иглолисните видови се задржува и испарува од 1070 до 1650 $т^3$/па/год, а под широколисните само 120-600 пг /ha/год. или 3.8 пати помалку врнежи.

Во зоната на буката во Бугарија, во еколошкиот стационар "Балканец" во Тројанска Стара Планина, на 1300 m н.в. после реконструкција на буковите шуми во култури од бед бор, на 20 г. старост, при средни врнежи од 880 mm, загубите од интерцепција од белиот бор изнесуваат 1660 ш" /ha/год, додека во буковите насади од истата возраст само 529 nrVha/год. Ова покажува дека во зоната на буката, белоборовите насади доведуваат до загуби од 1131m^3/ha/rofl или 3,1 пати повеќе од буковите шуми.

Заклучокот за зголемената интерцепција кај иглолисните е во согласност со сите основни изучувања за шумите во умерената зона (Delfs 1950, Baumgartner 1967, Krečmer 1969, Субботин 1969, Альатьев 1969, Таранков 1970, Протопепов 1975, Побединский 1979, Lee 1989, Brechtel 1970, Benecke 1975, Воронков 1988).

Намалениот доток на влага во почвата поради големите загуби за интерцепција кај иглолисните го влошуваат водниот режим на почвите. Тоа е илустрирано преку динамиката на почвената влага во зоната на дабовите во Бугарија, преку два споредувани објекта: шуми од цер и култури од црн бор во стационарот "Девња", со старост од 20 г. за периодот од 1976-84 (Сл.2).

Таб. 1. Врнежи (P), поминати низ склопот (P"), истекување по стеблата (F_{st}), "нето врнежи" (P") и интерцепција (Fi) во mm и % за шуми од различни дрвенасти видови во зоната на широколисни шуми; Североисточна Бугарија, (1976-1984)

Tab. 1. Precipitation (P), precipitation through crowns (P), stem flow (Fet), „net precipitation,, (P") and interception (Ei) in mm and % for for forests of different tree species in the broadleaved zone; Northeast Bulgaria, (1976-1984)

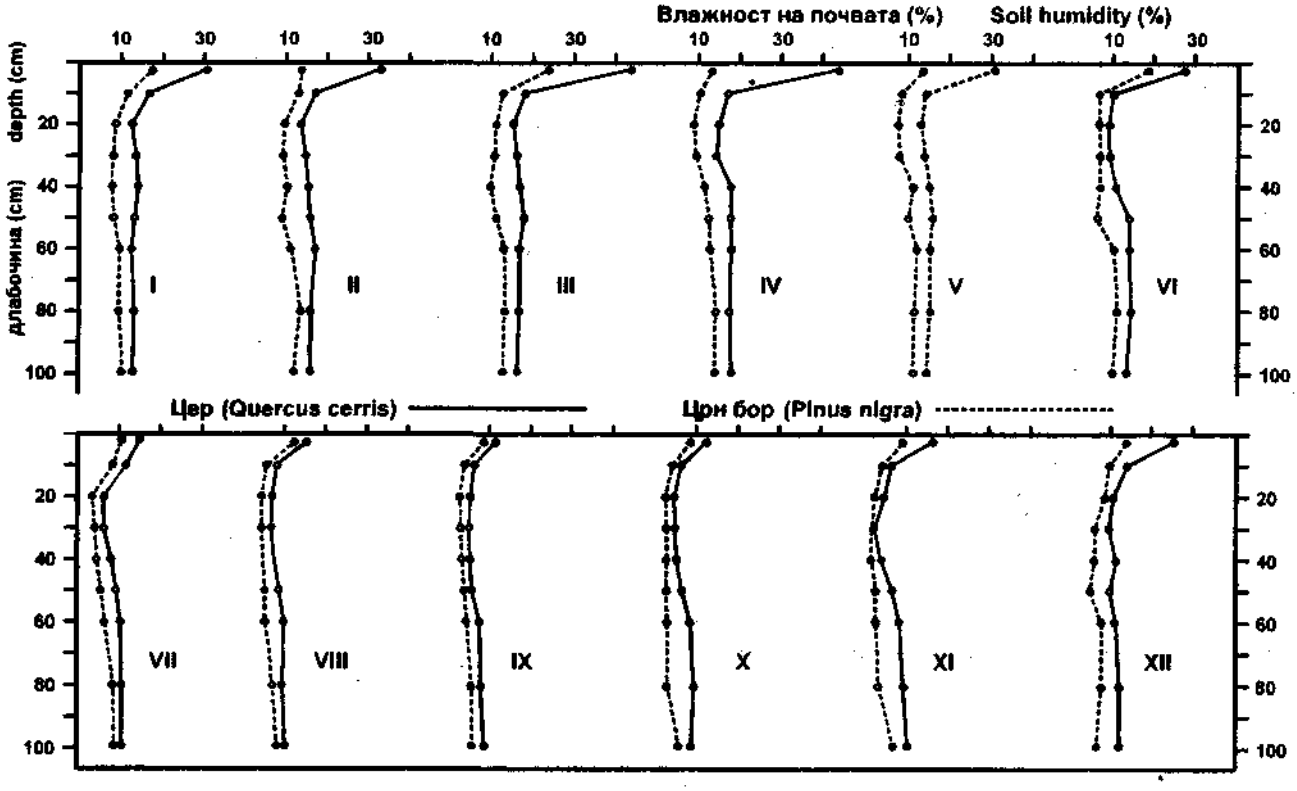
дрвенести видови tree species	возраст age	P	P'		F_{st}		P_n		E_i	
		mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1. *Fraxinus ornus* L.	26	500,6	459,1	91,7	28.7	5,7	487,8	97.4	12.8	2,6
2. *Ailanthus glandulosa* Desf.	24	514,8	481,6	93,6	15.5	3,0	497.1	96,6	17,7	3,4
3. *Robinia pseudacacia* L.	24	465,3	422,0	90,7	13.0	2.8	435.0	93,5	30,3	6,5
4. *Larix europaea* D.C.	20	502,3	444,1	88,4	4,8	1.0	448,9	89,4	53.4	10.6
5. *Quercus cerris* L.	45	505,0	423,1	83,8	21,4	4.2	444,5	88,1	60,5	12,0
6. *Carpinus orientalis* Lam.	39	449,9	363,3	80,7	25.9	5,8	389,2	86,5	60.7	13,5
7. *Cedrus atlantica* Manetti	19	468,1	357,6	76,4	3.8	0.8	361,4	77,2	106.7	22,8
8. *Pinus nigra* Arnold.	24	465,3	336,6	72,3	8,7	1,9	345,3	74,2	120.0	25,8
9. *Pinus nigra* Arnold.	19	505,0	318,9	63,1	21,6	4,3	340,5	67,4	164,5	32,6

Како правило, во таа зона под иглолисните култури почвената влажност е пониска одколку под широколисната растителност. Разликите се најголеми во периодот декември-мај и варираат од 25 до 30% во длабоките слоеви до два пати на површината. Тоа се објаснува со фактот дека под широколисните продираат повеќе врнежи, особено во фаза на листопад и тие добиваат подобри резерви на влага.

Докази за подобар воден режим под широколисни среќаваме кај Holstener - Jorgensen (1967) во Данска, Urie (1967) за боровите и дабовите во САД; Дьяков (1976), Воронков (1976) и др. во СССР, Benecke и Ploeg (1975) за буката и смрчата во Германија, Mraz (1977,1981) за буката и смрчата во Чехословачка, Костов (1978) за црвениот даб и црниот бор во Бугарија, Messenger (1980) за дабовите и смрчата во САД и др.

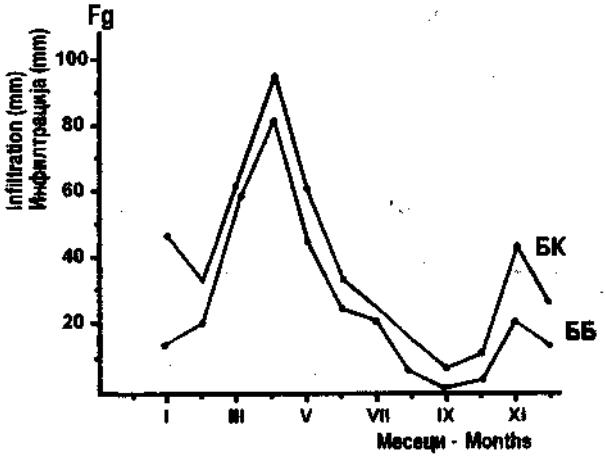
Објективен показател за промената на хидролошката ефективност на шумските екосистеми се податоците за длабочината на инфилтрација во шумите од различни видови.

Сл.3 содржи воопштена информација за динамиката на месечната инфилтрација во



Сл. 2. Годишна динамика на почвената влажност (W, %) во шуми од *Quercus cerris* L и *Pinus nigra* Arnold во Североисточна Бугарија, за период 1978 -1984

Fig. 2. Annual dynamics of soil moisture (W, %) in *Quercus cerris* L. and *Pinus nigra* Arnold forests, Northeast Bulgaria (1978-1984)



Сл. 3. Годишна распределба на длабпочинската инфилтрација (F_g,mm) во шуми од *Fagus sylvatica* L (BK) и *Pinus sylvestris* L. (BB) Североисточна Бугарија, период 1984 -1987 година Fig. 3. Annual distribution of in depth infiltration (F_g, mm) in Fagus *sylvatica* L (FS) and *Pinus sylvestris* L (PS); Northeast Bulgaria, (1984 -1987)

букови шуми и белоборови култури од еднаква возраст (20 г.) во еколошкиот стационар "Балканец" во Стара Планина. Под буковите шуми се инфилтрира за хранење на подземните води по 4589 m /ha/год додека под белиот бор 3168 m^3/ha/rofl. Јасно е дека при реконструкција на бука со бел бор се губат просечно по 1421 m^3/ha/rofl.

Потврда на нашите резултати за поголема длабочинска инфилтрација под широколисните наоѓаме во работите на Вепеске и Mayer (1971), Brechtel (1976), Воронков (1970), Gathy (1972), Urie(1976)идр.

Кон досега искажаното треба да се додадат и разликите во микроклимата, хемизмот и др. под

шуми со различни дрвенести видови. Се знае на пример дека во зимскиот период во широколисните шуми освен повеќе врнежи, има и поповолен топлотен режим поради доброто проникнување на сончевата радијација после листопадот (Чернишев 1973). Тоа покажува дека под широколисните се поповолни како водно-физичките, така и биохемиските процеси, кои водат до поинтензивна апсорпција на вода, Харитонов (1940), Ангелов и Петков (1960), Пастернак (1970), Prudic (1973), Gepp (1975).

Хипотезата за поповолен хидролошки ефект на широколисните шуми во умерената зона беше формулирана во Бугарија пред 16 години (Раев 1977). Шумското искуство и пошумувањето од последните децении покажаа дека во основа тоа се потврдува, како од теоријата така и од практичниот опит (Костов и др. 1978).

Процесите на сушење и загинување на иглолисните култури главно од црн и бел бор, особено во зоната под 700-800 m н.в. од 1987 година наваму, главно се предизвикани од специфика на водениот биланс и несоодветниот хигротермичен режим на терените со помала надморска висина.

Ќе наведеме еден карактеристичен пример за споредбена анализа на водниот биланс за два дрвенести вида од засушливата зона во Бугарија. По податоци од стационарни истражувања во шумското стопанство "Суворово" во североисточна Бугарија, при слични услови и еднаква возраст, црниот бор, внесен после замена на кои нормално се развиваат шумите од цер, покажа многу суштински хидролошки дефекти (Таб.2).

И покрај ниската сума на врнежи во таа област (505,0 mm), во услови на непромивен воден режим на почвите (F_g=0mm), благодарејќи на минималните загуби за интерцепција (само 12% од врнежите), за транспирација од церовите шуми се трошат средно по 326,1 mm или 64,5% од врнежите. Тоа осигурува релативно доволни кодичини вода за процесите на транспирација и нахрупување на биомаса во корените церови шуми во регионот.

При реконструкцијата на церовите шуми со култури од црн бор благодарение на големата активна површиниа на надземната маса и недостаток на листопад во студениот период, интерцепцијата се зголемува од 605 m^3 на 1645 m^3 /ha/год или 2,7 пати во споредба со шумите од цер.

По таа причина расходите за транспирација остро се ограничуваат: од 64,6% од врнежите при церот, на 42,3 од врнежите во културите од црн бор. Следствено на тоа, при промената на церот со црн бор транспирацијата се скратува за околу 1127 m^3 /ha/год. Одземањето на оваа многу важна влага резултира со недоволна осигуреност со вода за време на вегетацијата, особено во јули, август и септември и висок воден дефицит. Како последица: намалена животна активност на црно-боровите култури, напади на секундарни и примарни штетници и сушење уште кон 20-25 годишна возраст. Се скратува подземното и општото речно истекување кое има директно влијание на водните ресурси во државата.

Таб. 2. Воден биланс на шуми од *Quercus cerris* L. и *Pinus nigra* Arnold при споредливи услови во Североисточна Бугарија (1976-1984)

Tab. 2. *Quercus cerris* L. and *Pinus nigra* Arnold water balance in Northeast Bulgaria (1976-1984)

Елементи на воден биланс Water regime elements	индекс index	*Quercus cerris*		*Pinus nigra*	
		mm	%	mm	%
Врнежи до крошните Incident rainfall	P	505,0	100,0	505,0	100,0
Врнежи под крошните Through-fall	P'	423,1	83,8	318,9	63,1
Стек по стеблата Stem-flow	F_{st}	21,4	4,2	21,6	4,3
Врнежи до почвата Total (2 + 3)	P''	444,5	88,1	340,5	67,4
Интерцепција Interception	E_i	60,5	12,8	164,5	32,6
Почвено испарување Soil evaporation	E_s	118,4	23,4	127,1	25,2
Транспирација Transpiration	E_t	326,1	64,6	213,4	42,3
Вкупно испарување Total evaporation	E	505,0	100,0	505,0	100,0
Инфилтрација Infiltration	F_g	0,0	0,0	0,0	0,0

Ekol.Zašt.Žvot.Sred., 2, 1, p.p. 21 - 28 (1994)

ЗАКЛУЧОК

Резултатите од нашите истражувања покажуваат дека:

- Пошумувањата со пионерска иглолисна растителност во пониските реони на државата на деградирани терени го скратува деградирачкото површинско водно истекување; ја зголемува апсорпцијата на влагата во почвата и инфилтрацијата во длабочина, се интензивира биолошкото кружење на водата и навлажувањето на ландшафтот, се стабилизираат водените текови, се подобрува квалитетот на речните води и др.

- Реконструкцијата на климаксните широколисни заедници во истата зона, на богати станишта и нивно претворање во иглолисни насади, води после тоа до негативни хидролошки промени во водособорните површини: интерцепцијата значајно нарастува; почвеното навлажување се влошува; се намалува длабочинската инфилтрација и општото речно истекување. Промената на коренската широколистна растителност на добри станишта води до непожелна деформација на водниот биланс.

РЕФЕРЕНЦИ

Александров, А. (1988). Њисои проблеми на горите пред прага наXX1 век.- Горско стопанство, Но.З, 28-29. АлБпатвев, А. М. (1969). ВлагооборотБ1 в природе и их преобразовании. Гидрометеоиздат, Ленинград, ц.324. Ангелов, С, Петков, П. (1960). Водорегулирашата ролл на повгзрасните култури от черн бор и акацил от водосбора на р. Арда. Науч.тр. НИИГГС, T.VIII, ц., 97-130. Воронков, Н. А., (1970). ЗлементБ1 влагооборота леснмх водосборов. Докл. сов. ученмх на Междунар.симпозиуме по влилниго леса на внешн.среду, том 1, М., 79-98. Воронков, Н. А. (1976). Злементм водного баланса леса в зависимости от почвенно-грунтовБК условиИ и породного состава насажденИ. : Вопросн географии, Но.102, Ландшафт и водм, МБШЛБ, М., 122-133. Воронков, Н. А. (1988). РОЛБ лесов в охране вод. Гидрометеоиздат, Ленинград с.286. ДБЛКОВ. В, Н. Влилние состава насажденИЛ на ВОДНБГА режим горнБ1х лесов Карпат.- Лесоведение, Но.1. Костов, К. (1978). Постиженил на Института за го- рата в областта на изкуственото лесо- развт>зждане. - Горско стопанство, Но. 9,11-16. Лархер, В. (1978). Зкологил растениЛ Мир, М., с.185. Одум, К). 1975). ОсновиЗкологиИ. Мир, Москва, с.740. Пастернак, П. С. (1970). Изменение лесораститбЛБНБ1Х своИств бурБИ горнолеснмх почв Карпат под влилнием главнБК древесних пород. Сб. Почвоведение - лесному хозлИству, УрожаИ, Киев, 58-88. ПобединскиИ, А. Б. (1979). Водоохраннал и почвозашитнал ролБ лесов. - Лесн.пром., М., с.176. Протопопов, В. В. (1975). Средообразукицал ролв темнохвоИного леса. АН СССР, Наука, Новосибирск, с, 328.

Раев. И. (1977). За хидрологичнил ефект на насажденил от поглавните наши дт>рвесни видове. - Горско стопанство.с, Но.7,1-7. Раев. И. (1983). Опит за диференциране планинските климати в Рила и зоната за оптимално горскостопанско производство. Б: Междунар.сим. "Взаимоотношенилта човек - планински екосистеми", Враца, т.П, 227-236. Раев. И. (1989). Иследвани врху хидрологичната рол на иглолисните горски екосистеми в Блгариа. Дисертација за получване науч.ст. "Доктор на селскостопанските науки". Софија, с.232. Раев, И., Аргирова, М., Семерджиева, Л. (1985). Киселинните валежи. - Горско стопанство и горска промишленост, Но.10,23-24. Роснев,Б-, (1988). Принос за развитието на лесозаш итната наука и практика. - Горско стопанство, Но.10,13-15. Субботин, А. И. (1969). НекоторБге особености стока дождевБ1х вод в условилх лесноИ зонн ЕвропеАскоА территории СССР. ТрудБ1 гидрометцентра СССР, внп.46, с.98. Таранков, В. И. (1970). ГидрологическиИ режим хвоИно - широколиствениих лесов JОжного ПриморБИ. АН СССР, Л., Наука, с.120. Харитонов, Г. А. (1940). Влилние состава насажденИ на водопоглошение. Тп. ВНИИЛХ, ВБт.18, М., 181-196. ЧернБ1шев, В. Д (1973). Фитоклиматические условил роста и развити» подроста в широколиственно - хво№ших лесах JОЖНОГО ПриморБЛ. Тр.Биол. почв.ин-та ДалБневост.научн.центр. АН СССР, Но.12,31-54. Baumgartner, A. (1967). Energetic bases for differential vaporization from forest and agricultural lands. In: Intern.Symp. on forest hydrology. Oxford, Ed. W.E.Sopper, H.W.Lull, 381-389. Benecke, P., Van der Ploeg, R. R. (1975). Nachhalige Beeinflussung des Landschaftswasserhaushaltes

durh die Baumartenwahl.- Forstarchiv, 45, N-5, 97-102.
Benecke, P. (1976). Soil water relations and water exchange of forest ecosystems.-Ecol.Stud., N-19, 101-131.
Brechtel, H. M. (1970). Forest and retention - simple methods to determine the local significance of the forest for flood - flow reduction. Deutsche Gewasserkundliche Mitteilungen, 91-103.
Brechtel, H. M. (1976). Influence of species and age of forest stands on evapotranspiration and ground water recharge in the Rhine-Main-Valley. XVI IUFRO world congress, Oslo, p. 33.
Delfs, I. Die Niederschlagszurackhaltung im Walde. Mitteilungen des Arbeitskreises. Wald und wasser, N-2, Koblenz, 55 p.
Holstener-Jorgensen, H. (1967). Influences of forest management and drainage on ground water fluctuations. Int.symp. for hidrology. Pergamon press. Oxford, 325-333.
Krečmer, V. (1969). Vodohospodarske vlivy lesu. ČAZ, Praha, 101.
Lee, R. (1980). Forest Hydrology. Columbia University Press, New York, p.350.
Messenger, A. S. (1980). Spruce plantation effects on soil moisture and chemical elements distribution. - Forest Ecol. and Manag., 3, N-2, 113-125.
Mraz, K. (1977). Present results of the research into the water regime of soils of spruce forests in hills based on the use tensiometers. Communicationes institute Forestalls Cechosloveniae, 10, 17-26.
Mraz, K. (1981). Vysledky vyzkumu vodniho režimu lesnichpudzobdobi 1970-1980. Lesnictvi,27, s.8, 727-740. ~
Prudic, Z. (1973). Vliv buku na pudni podminky jehlicnatych porostu ve SKUPINE LESNICH typu Fagetum quercinum chribu. - Lesnictvi, 19, N-2, 131-137.
Urie, D. H. (1967). Influence of forest cover on ground water recharge, timing and use. Int.symp. for Hydrology, Pergamon Press, Oxf., 313-324.
Walter, H. (1970). Vegetationszonen imd Klima. Stuttgart.

ON THE HYDROLOGICAL EFFECT OF FOREST IN THE ZONE OF INSUFFICIENT PRECIPITTION

Ivan RAEV

Forestry Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Summary

Traced is the evolution of tree vegetation in Southeast Europe from coniferous to broadleaved tree species, on the basis of a historical analysis, and the expected deterioration of the ecological situation leading towards climatic warming and aridification, owing to the green house effect as well as the practical experience of afforestation over the past decades, resulting in the emphasis on the role of broadleaved tree species as more suitable for this zone.

The hypothesis of the superiority of broadleaved vegetation in a hydrological aspect is presented, compared with coniferous vegetation. Cited are quantitative data on the water ballance and the hydrological effect over the most widespread forests in this zone - *Quercus cerris* L. and *Pinus nigra* Arnold, according to data from the Devnya ecological station, Northeast Bulgaria. Enhanced is the markedly higher hydrological effect on *Q. cerris* forests, due to less interception; the higher quantities of effective net precipitation reaching the soil; greater quantities of water for transpiration. This leads to higher vitality of broadleaved forests and better adaptation towards an arid and warmer climate.