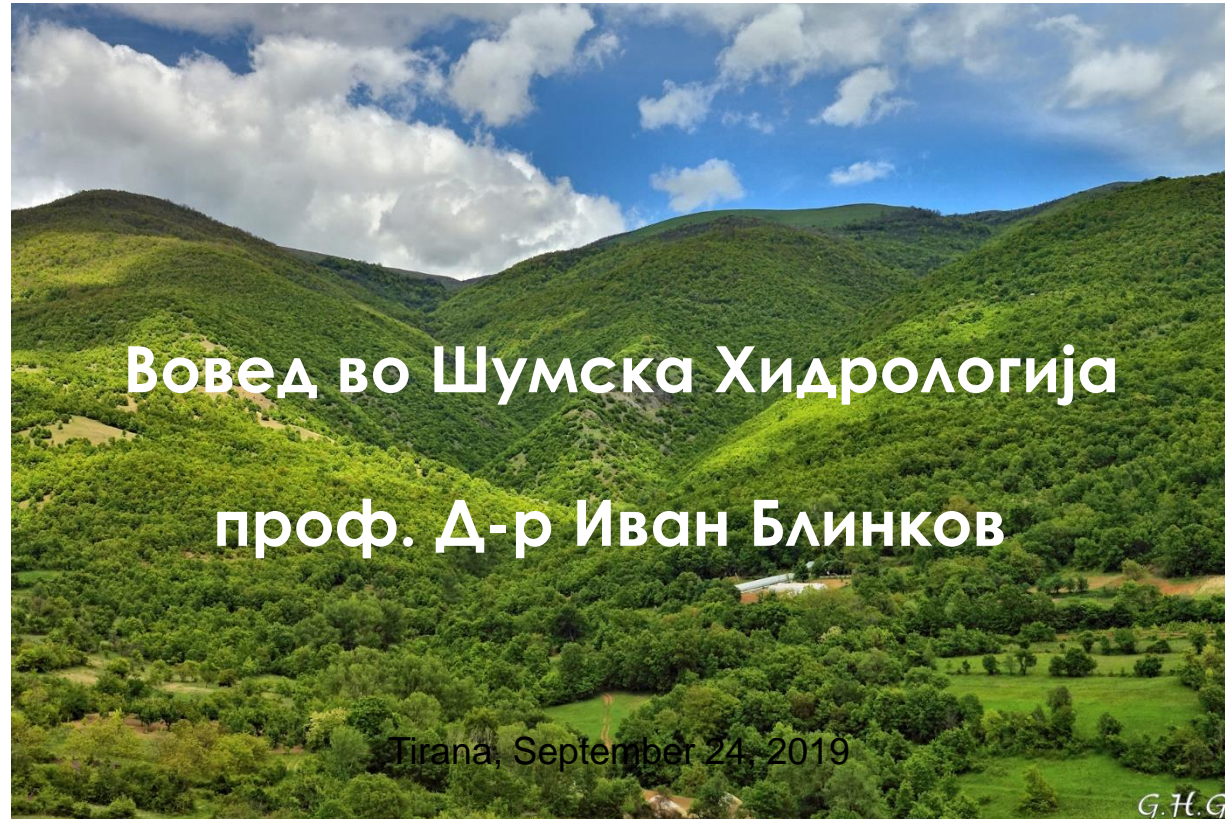


Generating momentum on water and forests in the Balkans project



Скопје, 17.8.2019

ВОВЕД ВО ШУМСКА ХИДРОЛОГИЈА

Model Representation

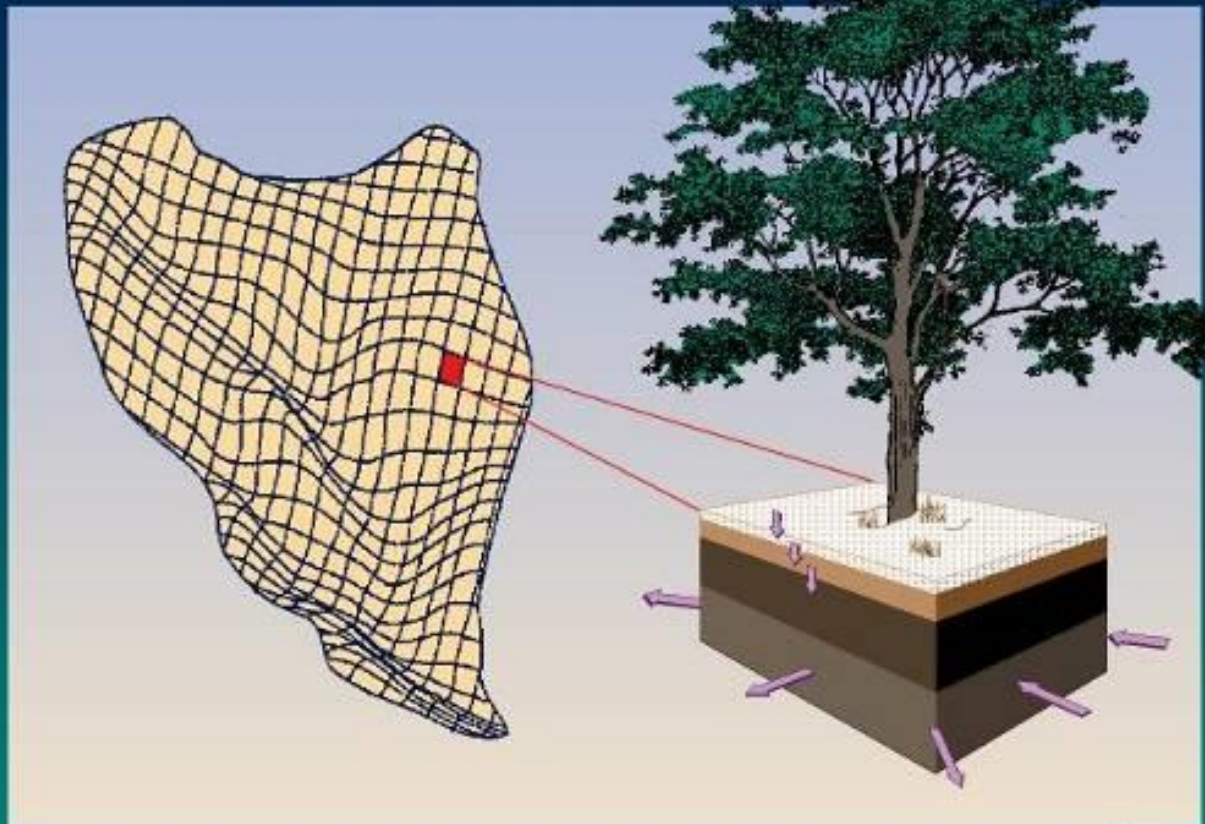


Figure 1. Model representation of a watershed.

КАКО И КОЛКУ МОЖАТ
ШУМИТЕ И
СТОПАНИСУВАЊЕТО СО
ШУМИТЕ ДА ПРИДОНЕСАТ ЗА:

1 - ОПТИМИЗИРАЊЕ НА
ВОДНИОТ ЦИКЛУС ВО ОДНОС
НА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ ВОДНИ
РЕСУРСИ ОД ЕДНА СТРАНА
И

2- УБЛАЖУВАЊЕ НА
ОПАСНОСТИ ОД ВОДА ОД
ДРУГА СТРАНА

Зошто е ова битно?

	Serbia		Bulgaria		Albania		Belize	Bhutan	Burundi	Macedonia
Designation function	1000 ha		1000 ha		1000 ha		1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha
Forests	2720	100,0	3738	100	772		1366	2575	476	998
Production	1787	65,7	2387	63,9		611	N/A	N/A	N/A	N/A
Protect. of soil and water	598	21,9	439	11,7		131	N/A	2575	276	N/A
Conservation of biodiversity	163	6,0	572	15,3		40	N/A	N/A	N/A	N/A
Social services	164	6,0	220	5,9		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Multiple use forest	8	0,3	120	3,2		N/A	N/A	N/A	N/A	3N/A
Other woodland	508		23			262		200	N/A	143
Protecti. of soil and water						24				N/A
Protection of soil and water	598	100	427	100		796		N/A	2575	276
production of clean water	39	6,5	227	53,1		N/A		N/A	N/A	N/A
desertification control	33	5,5	0	0		N/A		N/A	N/A	N/A
avalanche control	0	0	0	0		N/A		N/A	N/A	N/A
erosion, flood protection	466	77,9	200	46,8		N/A		N/A	N/A	N/A
other soil and water	60	10,0	0	0		N/A		N/A	N/A	N/A

Во моментот официјално нема прогласено заштитни шуми , но во иднина ќе ги има и тоа многу.

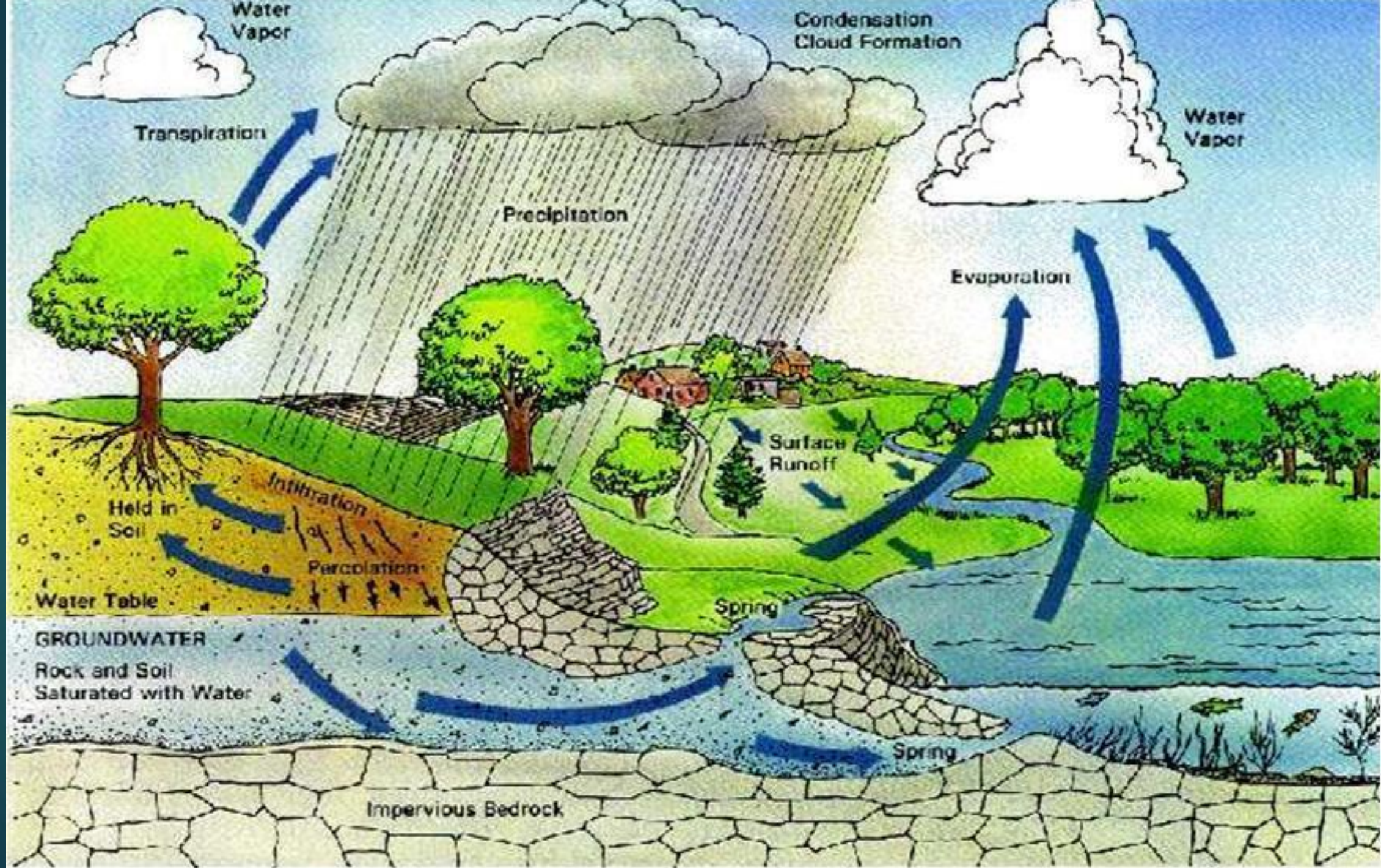
- поради тоа што се лоцирани во заштитни зони на извори за водоснабдување на населби
- - поради тоа што се лоцирани во ерозивни подрачја како и подрачја загрозени од ерозија
- Во зони на заштита на населби од поплавување
- во зони на заштита на инфраструктурни објекти
- ИТН.

Во такви шуми треба посебни одгледувачки мерки.

Шумите играат важна улога во хидролошкиот циклус и неговите компоненти, со големо влијание врз количината на вода што тече во подземните води, потоците и другите водни тела.

Шумите имаат круцијално влијание врз количината на површинската вода, како и на почвата и подземните води. Само дел од врнежите од дожд ќе достигнат до површината на почвата во шума, бидејќи дел од нив ќе бидат задржани во крошните на дрвјата; а и испарувањето и транспирацијата ќе се одвиваат од дрвјата.

Колку е поголема шумската покривка, толку повеќе вода се задржува. Ова пак ја намалува количината на вода што тече како истекување на површината и како истек на излезот од сливот.



▶ Фактори кои влијаат врз водниот биланс:

- ▶ физиографски услови, купираност на теренот – развиеност на релјефот
- ▶ надморска височина
- ▶ педолошко-геолошка подлога
- ▶ карактеристики на вегетацијата
- ▶ степен на шумовитост
- ▶ количество на врнежи, плувиометриски режим, температура и влажност на воздухот и почвата
- ▶ начин на управување и стопанисување со површините во сливното подрачје,
- ▶ хидромелиоративно уредување на сливот и др.

▶ Кај шумските екосистеми, разликите во водниот биланс зависат од:

- ▶ структурата, составот, покровноста, возраста на насадот
- ▶ условите на месторастење
- ▶ многу други карактеристики на насадите (природни и вештачки)

Ravenka na vodniot bilans

$$P = E + W + F \text{ (mm)}$$



▶ **P - vrne`i (mm) P = Pv + Ph + Fst**

▶ Pv – vertikalni vrne`i (do`d , sneg , grad...)

▶ Ph – horizontalni vrne`i (magla, poledica ..)

▶ Fst – vrne` {to pristignuva do po~vata preku ottekuvawe po stebлата i grankite

▶ **E – sumarno isparuvawe (mm) E = Ei + Es + Et**

▶ Ei – isparuvawe od vodata zadr`ana na kro{nite i stebлата

▶ Es – isparuvawe od po~vata

▶ Et – transpiracija

▶ W - po~vena vlaga (mm)

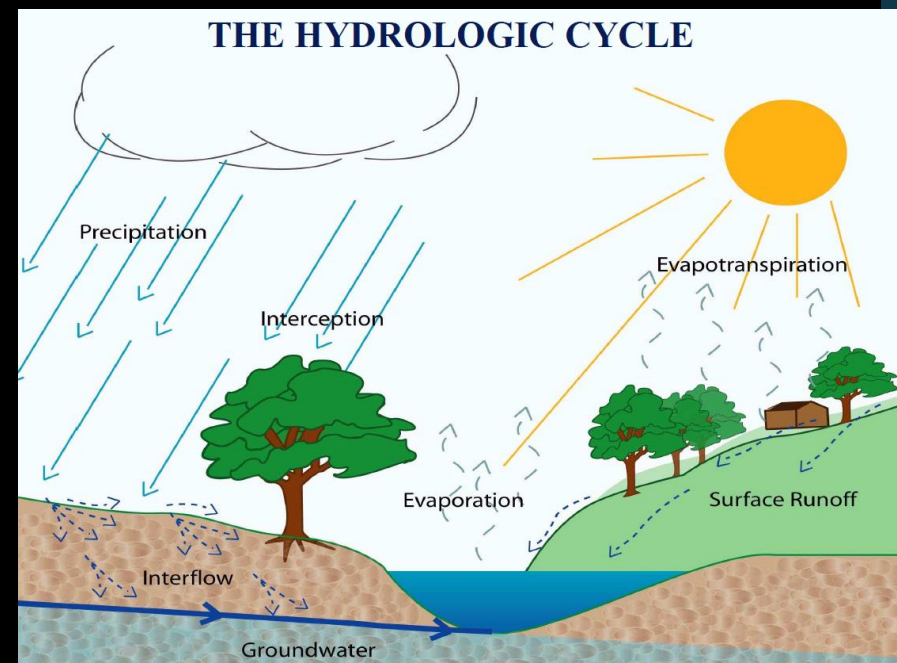
▶ **F – op{t voden ottek (mm) F = Fov + Fg**

▶ Fov - povr{insko ottekuvawe (surface runoff)

▶ Fg – potpo~veno ottekuvawe (ground runoff)

So sreduvawe na gornite ravenki se doa |a do krajniot izraz:

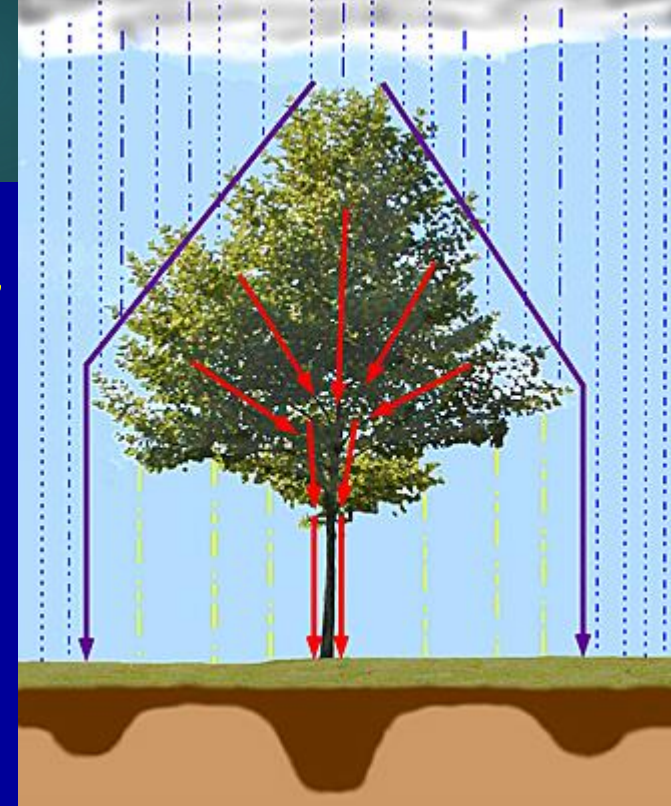
▶ **P = Fst + Ei + Es + Et + Fov + Fg ± W (mm)**



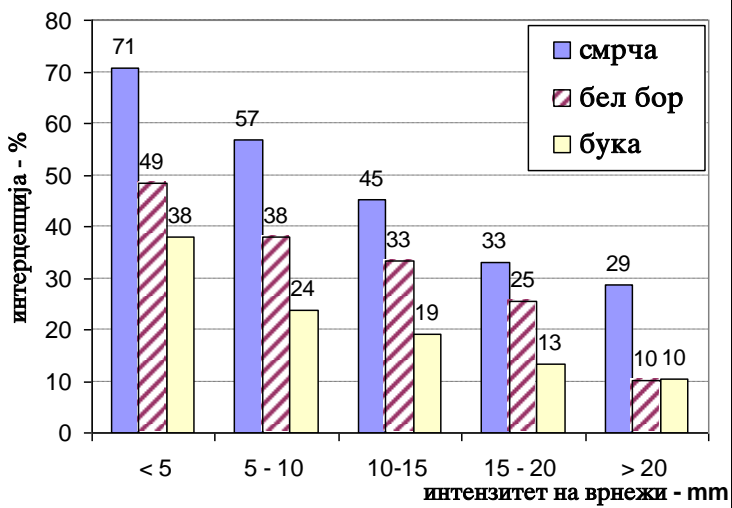
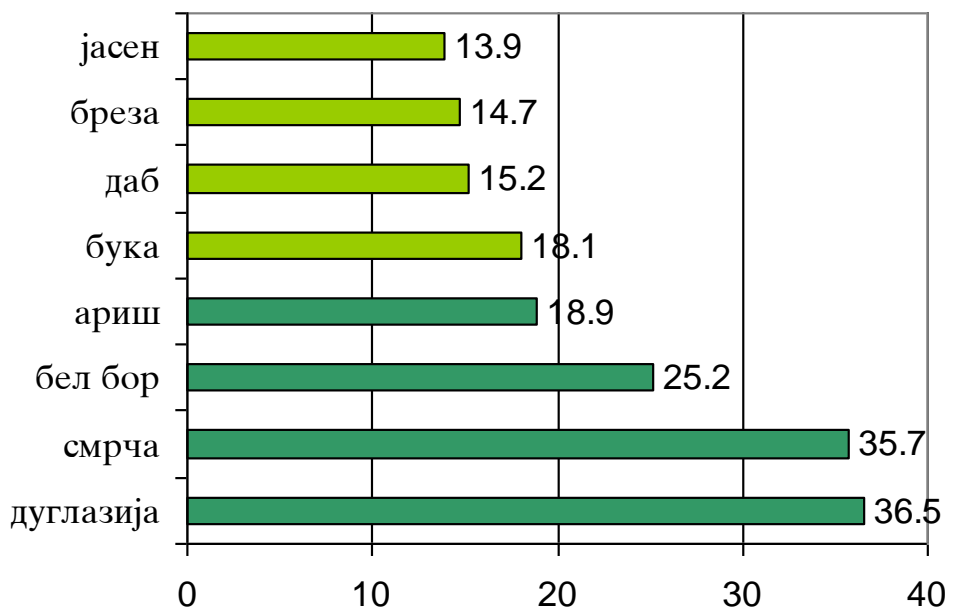
Intercepcija

Količestvo na vrne`i koe se zadr`uva vo krunite na šumskite drvja i grmuški i nazemniot del na trevnite i zeljastite rastenija vo prirodnite ekosistemi i posle toa isparuva vo atmosferata, nedopirajši do površinata na počvata, se narekuva intercepcija (Ic).

Količestvo na vrne`i zadr`ani po pat na intercepcija (Ic), zavisi od pove}e faktori: intenzitetot na vrne`ite ($i = \text{mm/min}$), godi{noto vreme, geografskata polo`ba na slivnoto podra~je po{iroko i vo regionot, izlo`enosta na podra~jeto na glavniot pravec na duvawe na vetrovite, biolo{kite osobini na šumskite drvja (lisjari ili ~etinari, oblik na kruna, vid na kora, lisna masa, razvienost na krunite i dr.), karakteristiki na nasadot (pokrovnost, sklop, vozrast, sostav i dr.).



Дрвен вид и интерсерција



ICPRT
by.com

© Christos Zoumic



Evaporacija (*Isparuvawe na voda*) od po~vata.

Isparuvaweto od povr{inata na po~vata se obrazuva od 2 dela:

- fizi~ko isparuvawe na voda od {umskata postilka i
- fiziolo{ko isparuvawe na vodata (transpiracija) od prizemnata flora.

Evaporacijata zavisi od:

- Raspolo`ivata energija - sonceto kako izvor na energija;
- Temperaturata na vodata, merena na povr{ina,
- Od brzinata na veterot,

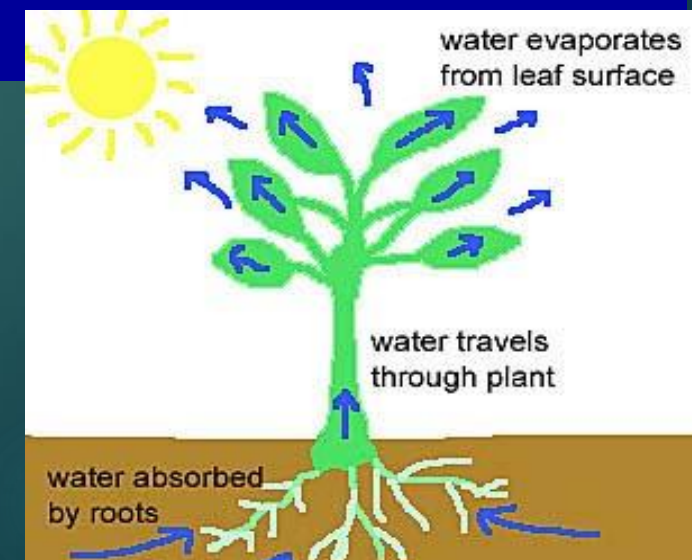
тип на насад	елемент	мај - октомври		ГОДИШНО	
		mm	%	mm	%
отворена парцела	врнежи	398.1	100	872.2	100
	испарување	246.6	87.1	346.6	39.7
белборов насад	врнежи	398.1	100	872.2	100
	испарување	112.9	28.4	112.9	12.9
отворена парцела	врнежи	546.7	100	1022.5	100
	испарување	319.3	58.4	319.3	31.2
насад од смрча	врнежи	546.7	100	1022.5	100
	испарување	55.5	10.2	55.5	5.4

Transpiracija - proces na isparuvawe na voda preku kletkite na rastitelното tkivo.

- Ova isparuvawe se odviva preku otvori na listot nare~eni **stomi** i povremeni otvori vo tkivoto na korata, nare~eni **lenticeli**. Odredena transpiraciona voda se dvi`i niz epidermot na lisjata.
- **Zagubata na voda sozdava nedostatok na voda vo kletkite.**
- **Toj nedostatok predstavuva potencijalno opaljawe ili "smuka~ka sila" koja se prenesuva na slednite kletki i taka po red se do korenot na rastenijata.**
- Koga potencijalniot pad e negativen (pod atmo-sferskiot pritisok), vodata te~e "nagore", od korenot kon vrvot na rastenijata.

- Poednostavno, procesot na transpiracija se состои od tri fazi:
 - - apsorbcija (zona na korenот),
 - - translokacija (transport na voda niz stobloto) i
 - - transpiracija (isparuvawe na voda preku listovite).

Дрвен вид	Дијапазон	средна вредност
јасен	200 – 250	225
јасика	200 – 250	225
бел бор	200 – 300	250
даб	220 – 350	285
бука	260 – 370	315
смрча	250 – 450	350
бреза	330 – 430	380
ариш	460 – 580	520
дуглазија	480 - 580	530



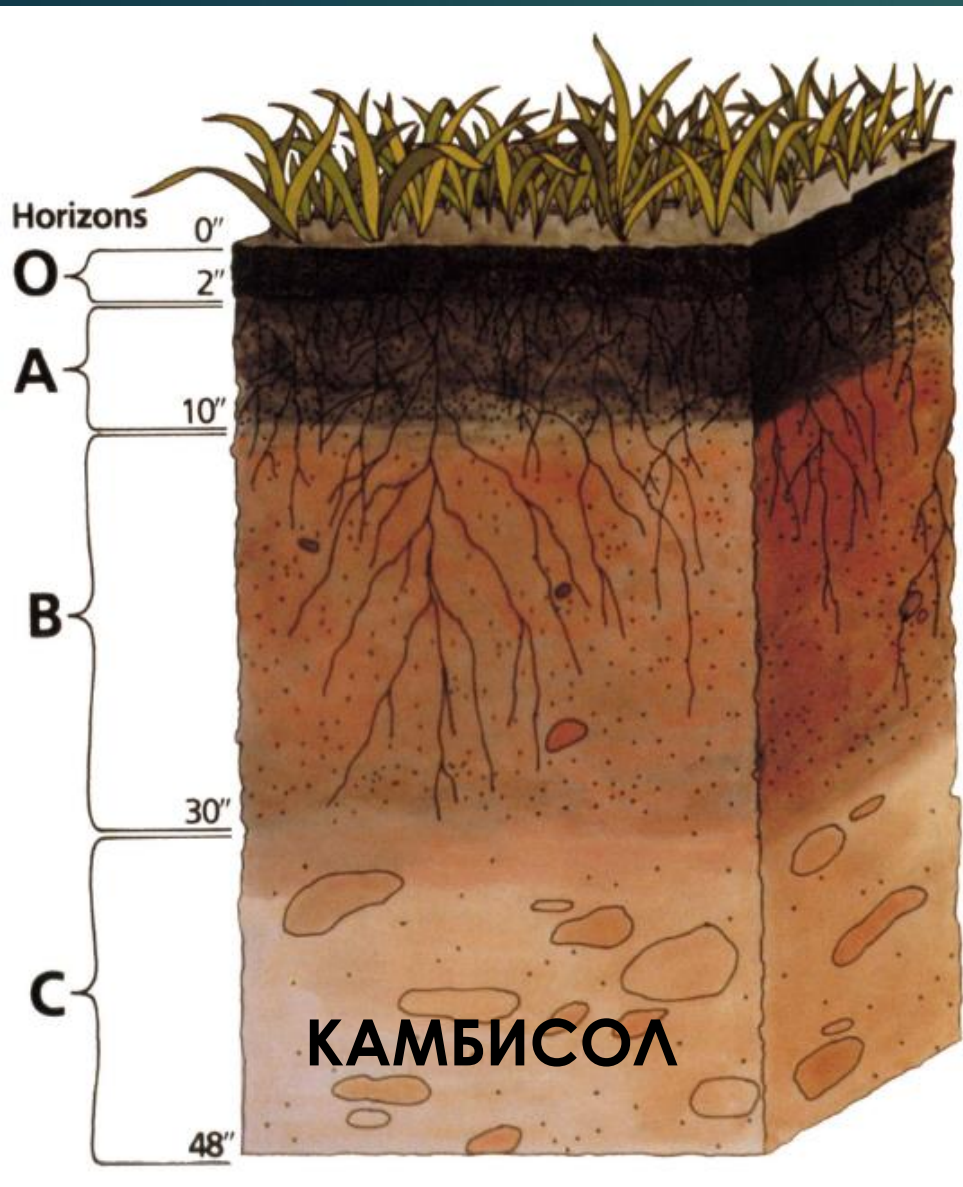
Vegetacijata i sumarnoto isparuvawe

**Врнежи
800-1000 mm**

р.б.	Вид испарување	воден слој mm	дел од врнежите %
<i>насад од смрча, северни падини на Рила - P = 936 mm</i>			
1	почвено	75.6	8.0
2	интерцепција	417.5	44.2
3	транспирација	393.0	41.6
1+2+3	сумарно испарување	886.1	93.9
<i>насад од бел бор, јужни падини на Рила - P = 792 mm</i>			
1	почвено	104.4	13.2
2	интерцепција	247.0	31.2
3	транспирација	257.4	32.5
1+2+3	сумарно испарување	608.8	76.9

Дрвен вид	сумарно испарување	Дрвен вид	сумарно испарување
бреза	495 – 590	габер	450 - 490
бел бор	260 – 585	евла	345 – 410
смрча	330 – 530	јасен	360 – 400
ариш	330 – 505	бука	320 – 340
даб	340 - 500	ела	265 - 315

Карактеристики на ро̀вата и ефект на сунѓер



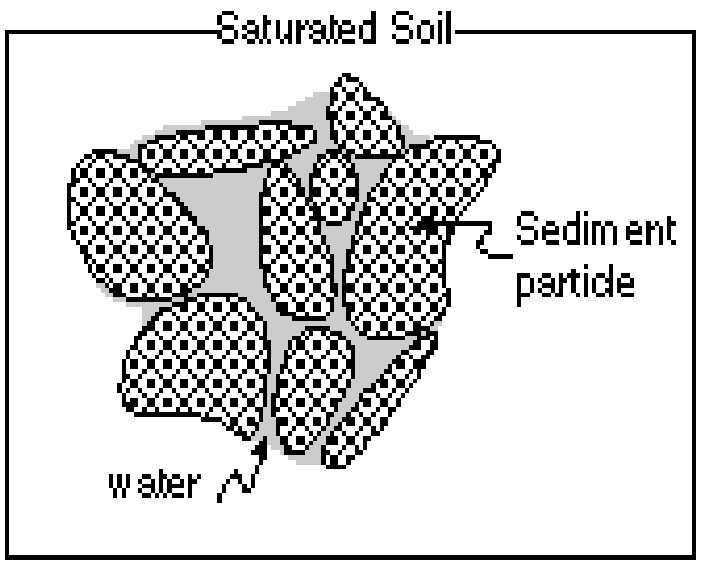
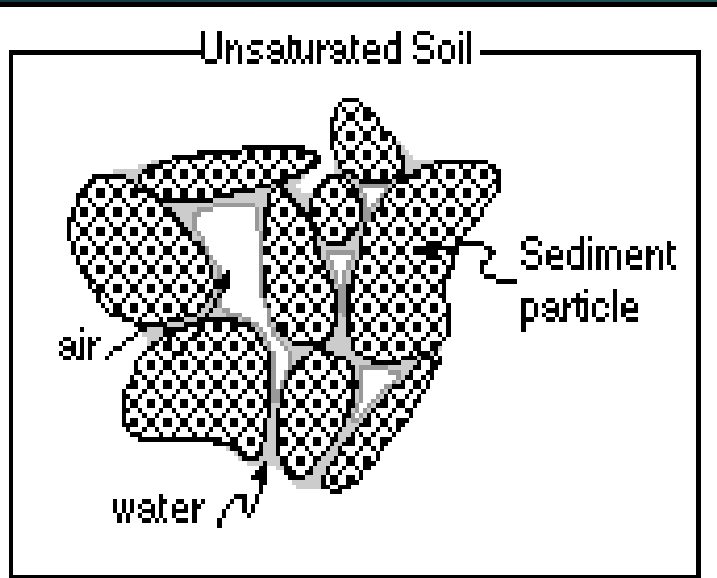
very shallow (less than 25 cm),
shallow (25 cm-50 cm),
moderately deep (50 cm-90 cm),
deep (90cm-150 cm) and
very deep (more than 150 cm)



Лептосол ил ранкер

Dvi`ewe na vodata vo {umskite ekosistemi

- o Vo {umskite ekosistemi ovoj kompleksen proces e pod direktno vlijanie na razni faktori.
- o Del od vodata {to }e dostigne do povr{inata na po~vata se infiltrira vo nea, a del otekuva povr{inski.
- o Del od infiltriranata voda navleguva podlaboko vo po~vata, a del od toa otekuva potpovr{inski. Od onoj ostanatit del koj dlaboko navlguva vo po~vata se prihranuvaaat podzemnite izdani i se predizvikuva podzemno otekuvawe.
- o **Povr{inskoto otekuvawe** se состоi od 3 komponenti: otekuvawe vo hidrografskata mre`a, otekuvawe po povr{inata na zemji{teto i inter tek.
- o **Potpovr{inskoto otekuvawe** se odnesuva na onoj del od tekot koj poteknuva od podpovr{inski izvori.



- ✓ Volumenot na po~vata (V) se состоi od volumen na suva materija (V_s), volumen na vodata (V_w) i volumen na pareata (V_a).
- ✓ Porite vo po~vata sodr`at voda vo site 3 agregatni sostojbi. Poroznosta na po~vata pretstavuva odnos pome|u zbirot od volumenot na porite (volumenot na vodata i pareata) so vkupniot volumen. zasitenost (saturacij) na edna po~va se javuva koga site pori se potpolno ispolneti so voda. Teoretski, sodr`inata na zasitenata voda bi trebalo da e ramna na sodr`inata na porite, me|utoa vo po~vata postojat t.n. "xepovi" vo koi ima gas, pa taka sodr`inata na zasitenata voda e 5-8% pomala.
- ✓ Silite koi ja dr`at vodata vo po~vata ne dozvoluvaat taa brzo da otte~e. Vo potpolno zasitena po~va, vodata reagira na silata na gravitacijata kako i sekoe drugo slobodno telo.
- ✓ Koga sodr`inata na vodata e pomala od to~kata na saturacija, toga{ drugi sili deluvaat na dvi`eweto na vodata. Toa se silite na athezija i kohezija. Vkupnata potencijalna energija na vodata vo po~vata (E_p) e suma od tri komponenti; potencijalen pritisok (R), osmotski potencijal (O) i potencijal na gravitacijata (Z).

Dvi`ewe na vodata vo po`vata

Dvi`eweto na vodata vo po`vata mo`e da se sfati kako razlika vo vkupnata energija na potencialot pome|u 2 to`ki na po`vata. Vodata se dvi`i od to`kata so najvisok kon to`kata so najnizok potencial, {to zna`i deka mo`e da se dvi`i od lokacii so niska kon lokacii so visoka so dr`ina na voda.

▶ **Dvi`ewto na vodata niz zasitenite sloevi e definirana so Darsieviot zakon :**

▶ $Q = K * A * \Delta H / L$ kade:

▶ Q – volumen na tekot vo edinica vreme - protek (m^3/s)

▶ A – popre`en presek niz koj se javuva tekot (m^2)

▶ $\Delta H / L$ - gradient na hidrauli`ka visina, visinska razlika (m)

▶ K – koef. na vodopropuslivost (razli`na za sekoja ro`va)

Kaj nezasiteni tekovi, vodopropuslivosta K se menuva so t.n. hidrauli`ka vodopropuslivost koja e promenлива ne samo od vidot na podlogata tuku i od protekot (Q) i hidrauli`nata visina (ΔH).

Infiltracija

*Dvi`eweto na padnatite vodi od vrne`ite, niz pedolo{kiot profil, se narekuva **infiltracija**.*

*Podlabokoto navleguvawe na vodata se narekuva **perkolacija**.*

Maksimalnata brzina, pri koja maksimalno koli`estvo na voda mo`e da navleze vo po`vata, se narekuva kapacitet na infiltracija.

Brzinata so koja vodata prodira (navleguva) vo zemji{teto, vo bilo koe vreme, se narekuva brzina na infiltracija.

Na procesot na infiltracija vlijaat:

- ✓ sodr`inata na voda koja ve}e se nao|a vo po`vata;
- ✓ zasitenosta na po`vata so voda;
- ✓ poroznosta na po`vata (zemji{teto);
- ✓ deblinata i vidot na {umskata prostirka;
- ✓ biolo{kata aktivnost i sodr`inata na organska materija;
- ✓ mo`nosta za vla`ewe na povr{inskiot sloj;
- ✓ mrazot, procesite na zamrznuvawe na po`vite;
- ✓ kvalitetot na infiltriranata voda, (koli`estvo na suspendira-ni materii, otpadoci i dr); i
- ✓ sodr`inata na vozduh zadr`an vo "xebovite" na zemji{teto.

Vlijanje na vegetacijata vrz infiltracijata

Brzinata i koli~inata na infiltracija e razli~na vo zavisnost od drvniot vid. Ova e usloveno od korenoviot sistem , kvalitetot na {umskata prostirka kako i uslovite za humifikacija i mineralizacija vo prostirkata.

^istite lisjarski nasadi, a pred site bukovite davaat pogolema produkcija na prostirka {to blagoprijatno vlijae na infiltracijata. Vo bukova {uma prostirkata vpiva voda od do`dot 233% od svojata te`ina, a pak kaj borot 153%.

Brzinata na infiltracija kaj {umskite po~vi e 65 pati pogolema otkolku kaj oranicite (Ka~inski). Spored Klotzli, vremeto na infiltracija na 100 mm voda (t) i procentot na povr{insko ottekuvawe (r) vo vkupnoto ottekuvawe iznesuvaat:

kaj pasi{te so nabiena po~va, $t = 3 \text{ h}$, $p = 51-78 \%$

kaj obi~no pasi{te, $t = 2 \text{ h}$, $p = 3-15 \%$

kaj izdankov bukov nasad , $t = 20 \text{ '}$, $p = 10 \%$

kaj prebiren bukov nasad , $t = 2 \text{ '}$, $p = 0 \%$.

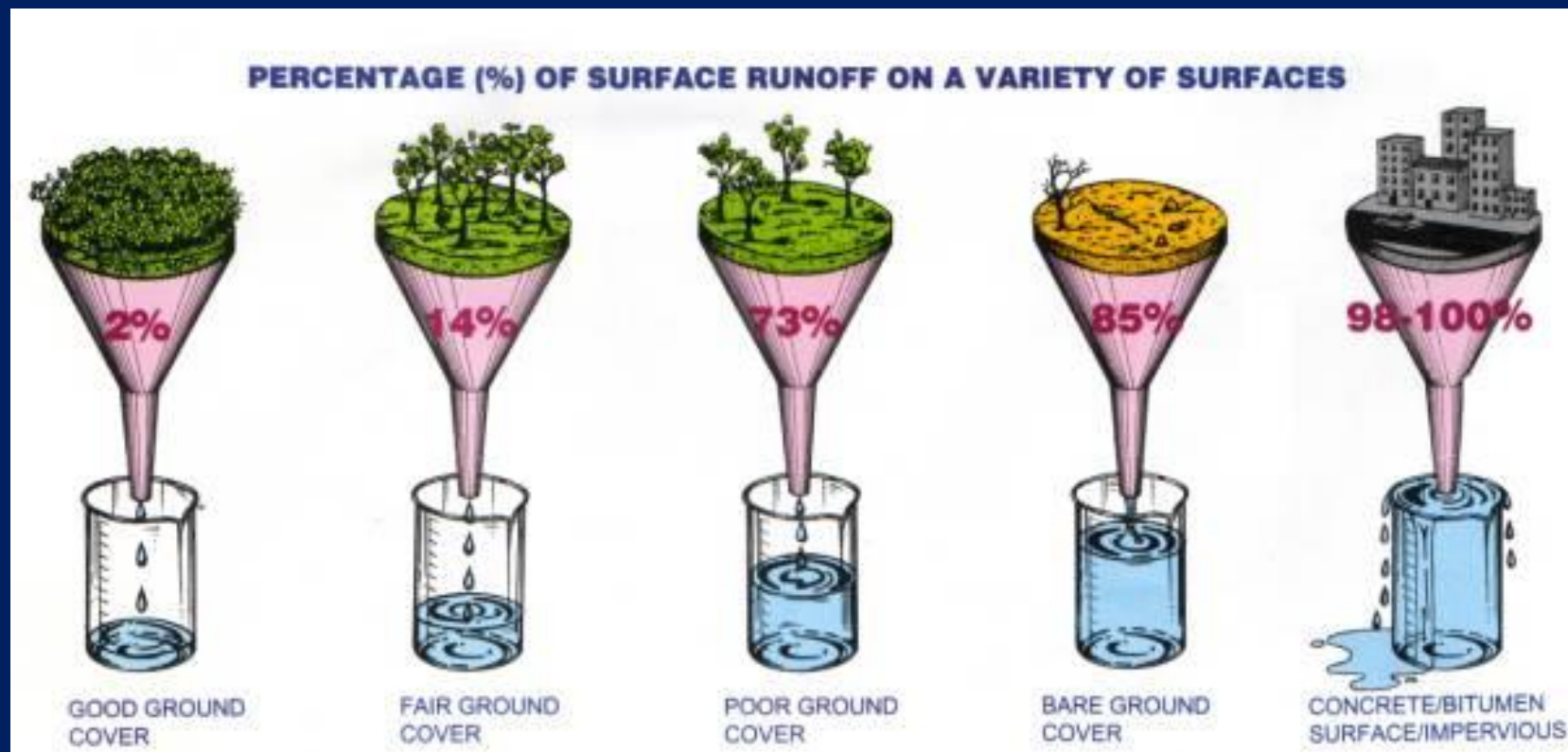
Zamrznuvaweto i odmrznuvaweto na {umskite po~vi e mnogu bitna. Vo takvi uslovi nema perkolacija na vodata. Taka se zgolemuva delot na direktno povr{insko ottekuvawe, poradi {to se stvoraat povolni uslovi za pojava na poplavi.

Ottekuvawe na vodite (Runoff)

Otekuvaweto na vodite vo {umskite ekosistemi pretstavuva mnogu zna~ajna komponenta na vodniot bilans.

Za matemati~ko pretstavuvawe na otekuvaweto e voveden i t.n. **koeficient na otekuvawe** - η . Koef. na otekuvawe pretstavuva odnos me|u padnatite i ooteknatite vrne`i.

Teoretski , koef. na otekuvawe mo`e da iznesuva od 0-1, t.e. ili celata voda da ispari i se izgubi ili pak 100% ofd vodat da otte~e. Vaka se razmislava samo na oddelni parceli, no na eden prirodni sliv generalno zemeno, otekuvaweto se dvi`i od 0.10 do 0.75.



Vlijanie na vegetacijata i шумските активности врз ОТТЕКОТ

Impact	Basin size [km ²]						
	0.1	1	10	100	1 000	10 000	100 000
Average flow	X	X	X	X	-	-	-
Peak flow	X	X	X	X	-	-	-
Base flow	X	X	X	X	-	-	-
Groundwater recharge	X	X	X	X	-	-	-
Sediment load	X	X	X	X	-	-	-
Nutrients	X	X	X	X	X	-	-
Organic matter	X	X	X	X	-	-	-
Pathogens	X	X	X	-	-	-	-
Salinity	X	X	X	X	X	X	X
Pesticides	X	X	X	X	X	X	X
Heavy metals	X	X	X	X	X	X	X
Thermal regime	X	X	-	-	-	-	-

Legend: x = Obervable impact; - = no observable impact

Шума, [умски активности и *Koeficient na površinskoto ottekuvawe*

тип на растителност	наклон – проценти (<i>ст епени</i>)			
	17.6 (10)	36.4 (20)	57.7 (30)	83.9 (40)
пасиште	0.82	0.90	0.95	-
бел бор	0.17	0.25	0.33	0.48
смрча	0.03	0.05	0.08	0.34
бука	0.02	0.03	0.04	0.05

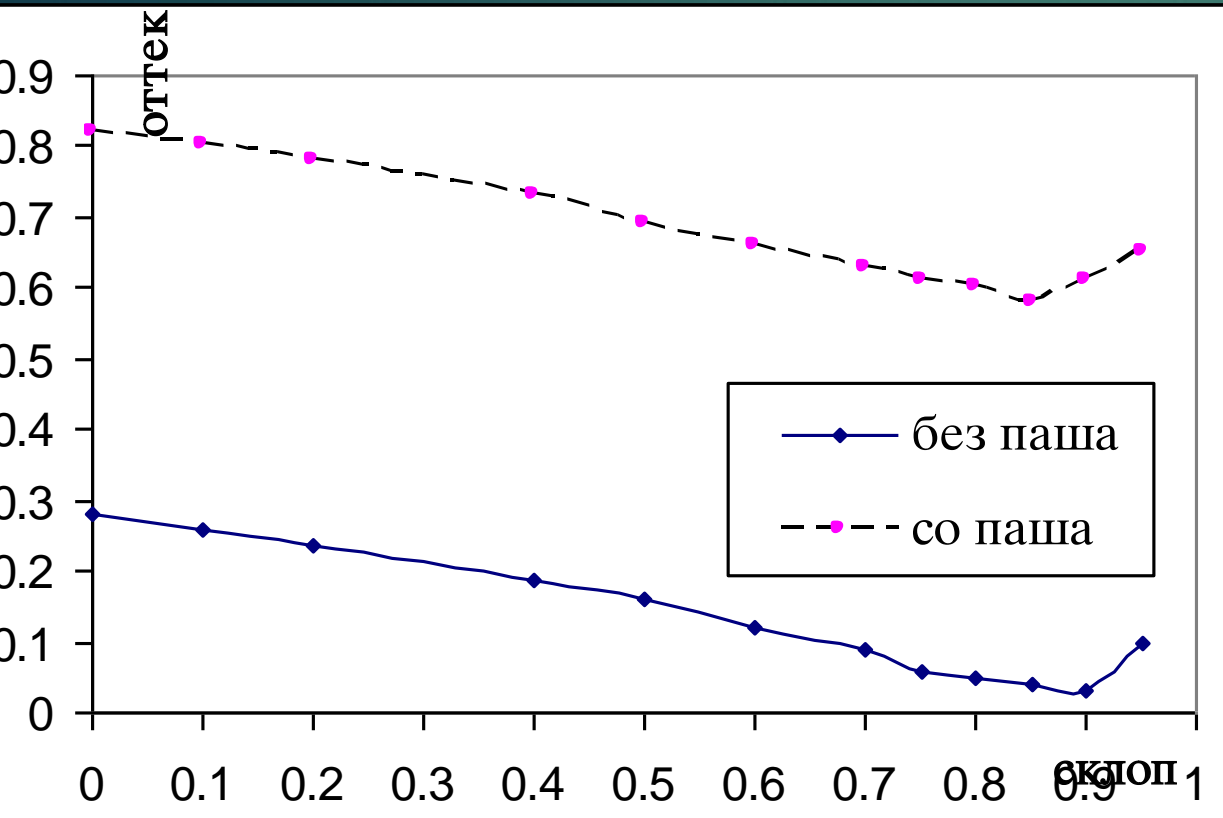
Spored Maran i Lothar, (proreda kaj smrča) I
namaluvawe na sklopot do

do 0.5, ottekuvaweto se zgolemuva do 2.5 pati, a ako
prodolžime so sela i namaluvawe na sklopot

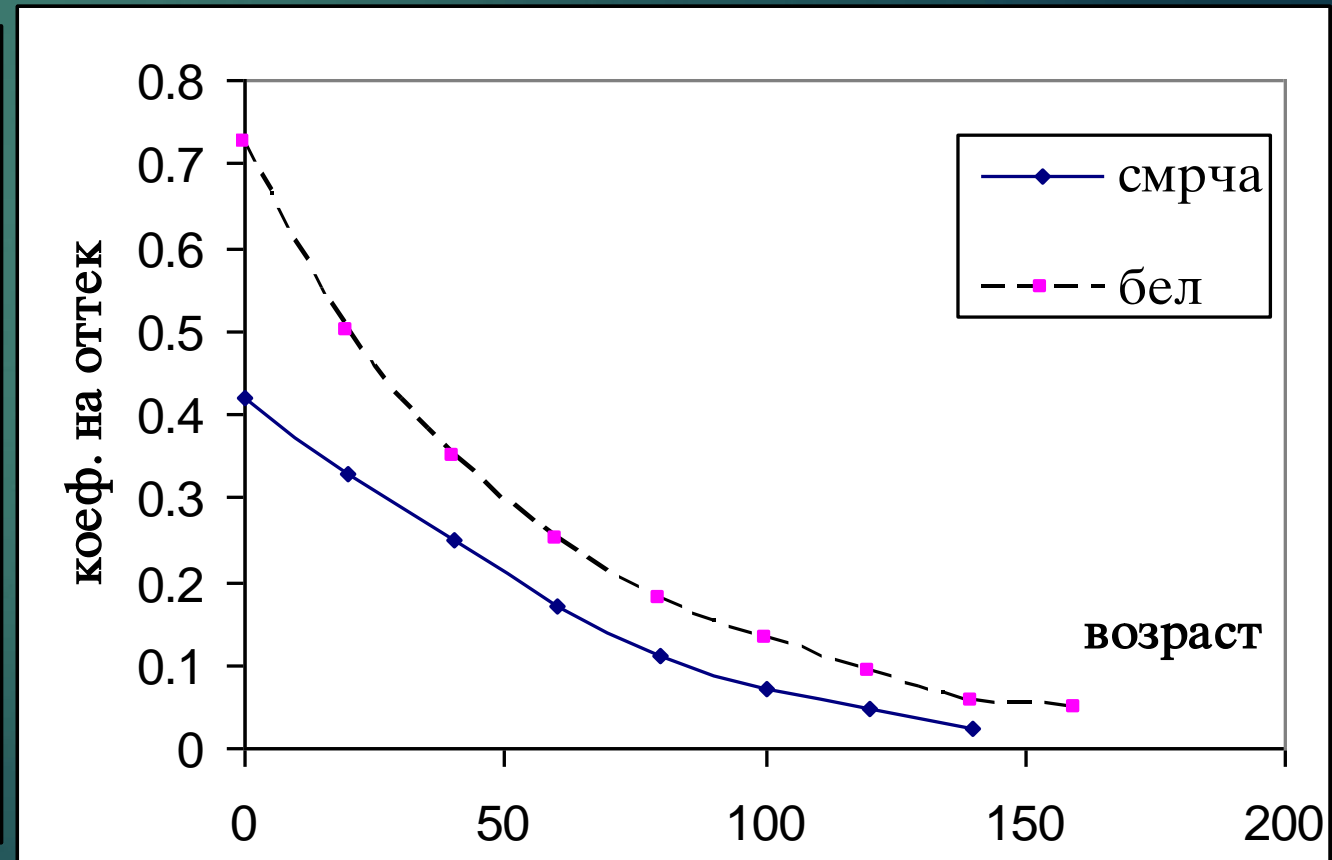
do 0.2, ottekuvawe se zgolemuva do 7 pati.

Spored proučuvawa na Schaffhauser (1982) vo
Avstrija,
ottekuvaweto vo šumski nasadi e rešisi 0,
kaj zemjišta obrasnati so grmuški e 0.017,
vo trevni nasadi 0.187,
po skijačka pateka 0.364,
kaj trevni tereni na koi se vrši napasuvawe e 0.601.

*Koeficient na ottekuvaweto - η -
vo zavisnost od sklopot vo nasadi
so i bez napasuvawe na dobitok*



*Promena na koeficientot na ottekuvaweto
- η vo zavisnost od vozrasta kaj nasadi od
bel bor i smr̃a*



- ✓ Spored Srpski proučuvawa,
- ✓ pri $K_f=85\%$ (lisjarska šuma), koef. na ottekuvawe iznesuva 0.342, a pak
- ✓ mešana iglolisno-lisjarska šuma so $K_f=98\%$, koef. na ottekuvaweto e 0.313. Kaj planinski pasišta koef. na ottekuvawe e 0.412,
- ✓ a pak na golini so oskudna vegetacija 0.518.
- ✓ Spored Lall (1970) , **posle šista seša**: vo Severna Karolina, rešniot ottek se zgolemil za 152 - 432 mm , vo Zapadna Virxinija od 203 - 406 mm, vo Wu Hempšir 203 - 356 mm itn.

хидролошки елемент	ПС	ОС	ЧС
интерцепција во круна(% од бруто врнежи)	8	5	0
дел од врнежи задржан во простерката (%)	10	7	4
инфилтрација (%)	76	63	53
површинско оттекување (%)	6	25	43

- ▶ Според Ангелов и Петков (1960), површинското оттекување кај багремовите насади е 2 пати помало отколку кај црн боров насад на исти услови на месторастење.
- ▶ Според Маринов (1984) во сливот на Мелничка река коефициентот на површинско оттекување кај даб, бука и багрем при наклон од 64-75%, се движи од 0.01 – 0.22, кај култури од црн бор при исти услови, коеф. на отт. се движи од 0.21 – 0.45.
- ▶ Според Хибберт (УСА, 1969) со намалување на зашуменост од 1% сезголемува оттекувањето за 4.5 мм. Ова е некој вид градиент за оттекувањето.
- ▶ Интересни се и податоците од Патрик (САД), кој вршел експерименти во мешана лисјарска шума (даб и јавор) при наклон на терен 40-65% во два слива со површина 34.7 и контролен 38.8 ха. Просечни врнежи изнесувале 1450 мм.
- ▶ Просечното годишното оттекување изнесувало 630 мм или просечен коеф. на оттекување 0,43. Потоа е извршена пребирна сеча на 13% од едниот слив.
- ▶ После 5 години од сечата немало значајни промени во оттекувањето. Потоа е извршена и чиста сеча на целиот слив и е отстранет целиот дрвен матерјал. Првата година после чистата сеча оттекувањето се зголемило на 0,69, за разлика од контролниот слив каде било 0.434.
- ▶ Бидејќи при сечата е зачуван хумусот и шумската простирка, со текот на годините со растот на подмладокот се намалува оттекувањето така што после 10 години од чистата сеча од хидролошки аспект насадот е вратен во првобитната положба.

Некапиларна порозност и оттек

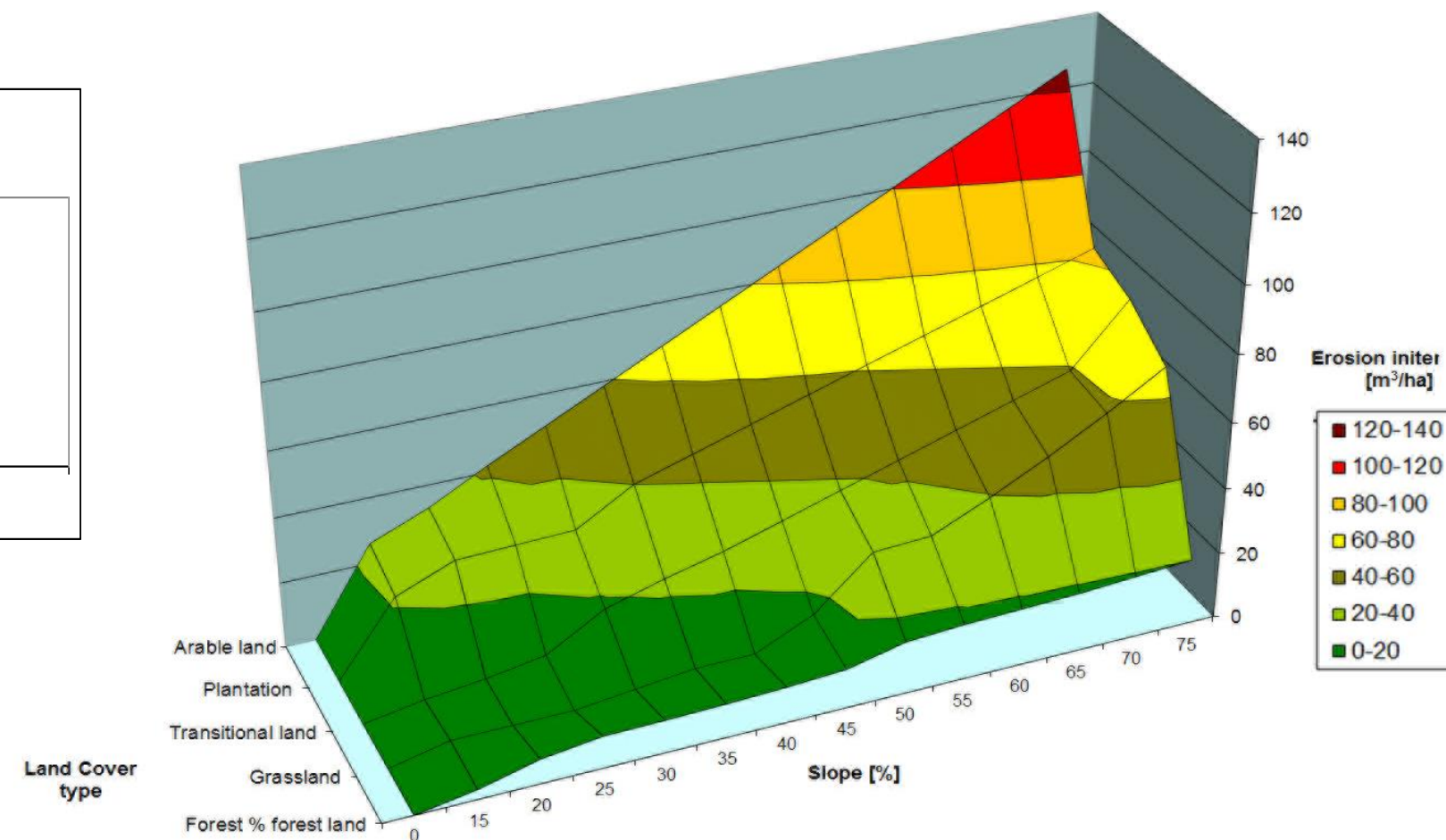
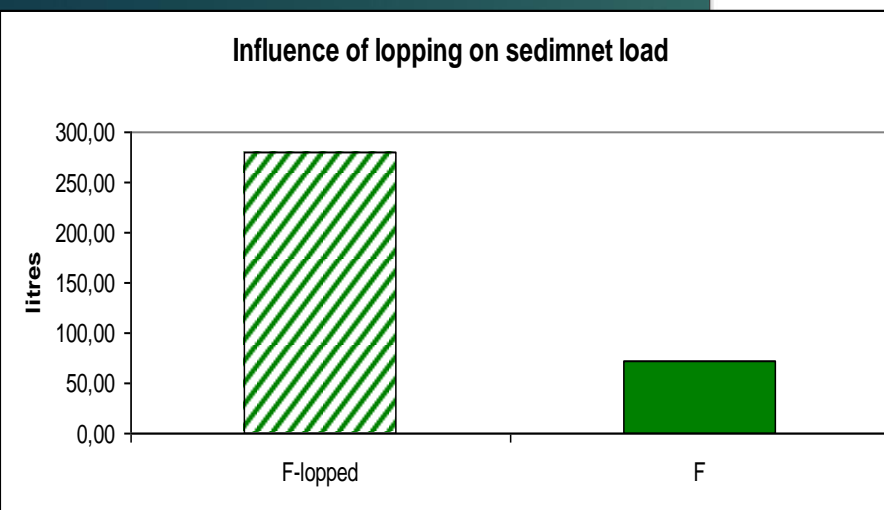
- ▶ Според Тарасшвили (1955), во Кавказ, во силно проредена буково габерова шума некапиларната порозност е 5,6-11,0%, во непрореден шума од ист тип е 11,6 - 16,6 %.

Чегелишвили (1967), востановил и дека 15 – 20 години после гола сеча , некапиларната порозност е 5,1 - 6,1 %, после постепена сеча е 6,6 - 8,8 %, а после групимично - изборна или изборна сеча, практично е како под несечен насад, т.е. 12,5 - 15,8%.

користење на земјиштето	наклон		оттекување (l / m ²)	тврди честички (gr / l)
	(°)	(%)		
Нива во угар	14	25	14.40	54.70
Есенско жито	14	25	13.73	5.35
Ливада	12	21	4.56	3.30
Пасиште (склопено)	11-30	30-58	2.70	1.10
Шума од бор, (0,8) ,45г	19	34	0.13	0.00

OTTEKUVAVE na NANOS

Erosion as a function of slope and land cover [m³/ha]



РЕЗИМЕ

Vlijaniето na шумските екосистemi vrz dvi`eweto na vodata se ogleda glavno vo sposobnosta za zadr`uvawe (retencija) golema koli`ina voda, {to e vo tesna vrska so nejzinata distribucija t.e. ramnomeren dotek vo hidrografskata mre`a i izvorite vo periodite koga dotekot e poslab ili posilen.

Интерцепцијата се движи од 13 – 35% од вкупните годишни врнежи, НА транспирација отпаѓа 31,3 - 45,0%, Испарување од почва е околу 5-12%.

Sposobnosta na iglolisnite rastenija (bor, ela, smr`a) da zadr`at pogolemi koli`ini vlaga, vo региони со сушна клима negativno se odrazuva na celiot екосистем. **Ova zna`i deka introdukcijata na iglolisni vidovi vo lisjarski nasadi vo posuvite oblasti (me|u koi i Makedonija) mo`e da dovede do zagubi na voda vo po`vata i toa okolu 90-100 mm.**

Вредностите на инфилтрација на вода кај шумските почви се различни и се движат од 25-44% од средно годишното количество на врнежи.

Spored literaturnite podatoci, vo zavisnost od tipot i mo`nostite na po`vata, se zadr`uvaat do 1 m dlabo`ina od 500-2000 m³ voda na eden hektar. Тоа одговара на врнежи од 50 - 200 mm

Интензивни врнежи и пикови на протекот

- ▶ При интензивни врнежи, шумскиот екосистем до одредена граница може да ја задржи водата, но потоа после сатурацијата на почвата настанува површински оттек.
- ▶ Ова зависи од повеќе фактори, интензитет на дожд, вкупна количина на дожд, претходна валжност на почвата итн.
- ▶ Еден од клучните елементи е што во поројниот флуид покрај течна има и тврда фаза-нанос. Некогаш тој сооднос е скоро 1:1.
- ▶ Токму добро сочуван шумски екосистем врши заштита од ерозија и минимзира количество на нанос и вкупниот проток на двофазен флуид.
- ▶ Успешен пример е Водно каде после поплавата од 1951 и комплетното уредување, состојбата е сменета но не значи дека при некој екстермно висок интензитет на дожд и дека нема да има поплавување.

Благодарам на вниманието



Last Slide

It's not over...

Thank you for your attention