

VĚDECKÝ ČASOPIS



LESNICTVÍ

3

ROČNÍK 23 (L)
PRAHA
BŘEZEN 1977
CENA 12 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

LESNICTVÍ

Redakční rada: člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc. (předseda), Ing. Zdeněk Bludovský, CSc., prof. Dr. Ing. Václav Douda, CSc., prof. Dr. Ing. Ján Halaj, DrSc., Ing. Jan Jindra, CSc., člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Augustin Kalandra, DrSc., prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc., prof. Dr. Ing. Josef Pelíšek, DrSc., prof. Ing. Adolf Priesol, DrSc., genmjr. Ing. Václav Růžicka

Šéfredaktor člen korespondent ČSAV prof. Dr. Ing. Miroslav Vyskot, DrSc.

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1977

CS ISSN 0024-1105

LESNICTVÍ uveřejňuje vědecká pojednání o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů lesnické vědy, studie a rozborů. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 144,—.

LESNICTVÍ публикует научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области лесохозяйственной науки, обзоры и анализы. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выходит в свет ежемесячно. Редакция: 120 56 Прага 2, Слезска 7.

LESNICTVÍ publishes scientific treatises about the solved research tasks in the line of forest science, studies and analyses. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office: 120 56 Prague 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ veröffentlicht wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Forstwirtschaftswissenschaft, Studien und Analysen. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

LESNICTVÍ publie les traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de science silvicole, études et analyses. Publié par l'Institut des informations scientifiques et techniques pour l'agriculture. Paraît une fois par mois. Rédaction: 120 56 Praha 2, Slezská 7.

RAJONIZACE LESŮ Z HLEDISKA JEJICH VODOHOSPODÁŘSKÉHO VÝZNAMU

J. Běle

BĚLE, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Rajonizace lesů z hlediska jejich vodohospodářského významu. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 151-166.

Podle průměrné roční akumulace disponibilní vody byly hospodářské celky rozděleny do tří skupin: 1. lesy LHC malé hydrické účinnosti s tvorbou disponibilní vody do 200 mm, 2. lesy střední hydrické účinnosti s tvorbou disponibilní vody 201 až 400 mm, 3. lesy velké hydrické účinnosti s tvorbou disponibilní vody nad 401 mm v ročním průměru. V ČSR se lesy se střední hydrickou účinností rozkládají na výměře 41,2 % a lesy s velkou hydrickou účinností zaujímají plochu 21,9 % z celkové výměry porostů. Na základě zpracovaného materiálu je možno konstatovat, že lesy vodohospodářsky významné jsou v ČSR představovány: 1. Lesy vodárenských nádrží — lesy vodohospodářského určení, jejichž výměra do roku 2000 dosáhne 3782,1 km². 2. Lesy zvýšené přirozené akumulace vody, lesy zvýšeného vodohospodářského významu, které mají výměru 4215,9 km². Při srovnání s celkovou rozlohou lesních porostů činí výměra lesů vodohospodářského určení 14,5 % a lesů zvýšeného vodohospodářského významu 16,2 %.

voda; hydrická účinnost; vodohospodářské lesy

V poslední době se stále více zdůrazňuje společenský požadavek, aby v lesích byly kromě dřeva cílevědomě produkovány i další užitky, které vyplývají nejen z jejich existence, ale i úprav a hospodaření v nich. Tento požadavek je podmiňován rozvojem průmyslově vyspělé socialistické společnosti, jehož přirozeným důsledkem je zvýšená potřeba např. rekreace, zvýšená spotřeba vody nejen v průmyslu a v zemědělství, ale také v moderních sídlištních aglomeracích. Pokud se týká spotřeby vody střízlivé prognózy ukazují, že v ČSR stoupne ze 483,6 miliónu m³ v roce 1970 na 1838 miliónu m³ v roce 2000. Znamená to, že během třiceti let vzroste čtyřnásobně. Tento prudce se zvyšující trend spotřeby vody vyvolává požadavek mobilizace všech rezerv a především potenciálních vodních zdrojů, jejichž využívání je již dnes nebo v budoucnu bude rentabilní. Svými důsledky se tento proces vyhledávání zdrojů vody dotýká kromě vodního hospodářství i některých odvětví dalších zdánlivě s produkcí vody nesouvisejících. Mezi ně patří i lesní hospodářství. Proto také dnes před ním stojí závažný úkol zařadit tvorbu a poskytování ostatních užitků lesů do svých hospodářských programů.

Hydrologický problém, k němuž je zaměřen i tento příspěvek, představuje nový způsob uplatňování vodohospodářské funkce lesů. Tím, že

jde o problematiku s novým zaměřením a navíc není k dispozici dostatek podkladů pro přímou aplikaci, bylo nutno přistoupit ke zjednodušení formou modelového zpracování.

Pro zhodnocení vodohospodářské funkce lesů je nezbytné, aby bylo známo, kde a do jaké míry mohou být lesním hospodářstvím vytvářeny podmínky pro její využívání. Na tento požadavek v mezích možností současného poznání dává odpověď rámcová rajonizace lesů České socialistické republiky podle zvýšeného zájmu na využívání vodohospodářské funkce lesů.

Konečným cílem rajonizace bylo stanovení míry společenské potřeby využívání vodohospodářské funkce lesů, která v konfrontaci s potenciální hydrickou účinností vyjadřující potenciální hydrické předpoklady lesů charakterizuje vodohospodářský význam zájmových lesních oblastí.

Společenská potřeba se stala základním měřítkem pro posuzování hydrologické funkce lesů. Potenciální hydrická účinnost (dále jen hydrická účinnost) je pak podkladem pro využívání vodohospodářské funkce lesů a cílem hospodaření v lesích. Přitom základním požadavkem bylo uplatnění optimální struktury kvalitativní a podle možností kvantitativní hydrické účinnosti lesních porostů zájmových oblastí.

HODNOCENÍ HYDRICKÝCH ÚČINKŮ LESNÍCH POROSTŮ

Hodnocením hydrické účinnosti lesních porostů jsou zjišťovány soubory přírodních podmínek vytvářející potenciální hydrické předpoklady pro tvorbu jim odpovídajícího množství disponibilní vody. Disponibilní voda je určována rozdílem mezi příjmovými a výdajovými složkami vodní bilance lesního porostu (Běle 1974). Tento rozdíl získáme, odečteme-li od atmosférických srážek vertikálních a horizontálních evapotranspiraci lesního porostu.

Potenciální hydrické předpoklady lesů s ohledem na způsob zjednodušeného řešení rajonizace závisejí především na dvou základních faktorech: 1. na množství atmosférických srážek (vertikálních a horizontálních) a 2. na evapotranspiračních ztrátách lesních porostů.

ATMOSFÉRICKÉ SRÁŽKY

Celkové průměrné množství atmosférických srážek je stanoveno součtem atmosférických srážek vertikálních H_v a horizontálních H_m .

Roční atmosférické srážky vertikální byly zjišťovány z reprezentativních hodnot srážek podle nadmořských výšek (Pícko 1957).

Atmosférické srážky horizontální, z mlh nízké oblačnosti ve středohorských polohách, se vyskytují v množství majícím vodohospodářský význam až v nadmořských výškách nad 700 m. Pro zachycování horizontálních srážek lesními porosty je rozhodující plocha jejich transpiračních orgánů. Z toho důvodu můžeme konstatovat, že zachycené množství vody se mění v závislosti na věku, bonitě a zápoji porostů. Pro výpočet horizontálních srážek ve smrkových porostech ve vztahu k nadmořské výšce byly vzaty údaje Zeleného (1972) z Moravskoslezských Beskyd a Krečmera (1968, 1972) ze Šerlichu v Orlických horách. Za předpokladu li-

neárního vztahu mezi nadmořskou výškou a horizontálními srážkami vyjádřenými procentem z ročního úhrnu vertikálních srážek byl v modelových smrkových porostech proveden výpočet horizontálních srážek podle vzorce

$$H_m = H_v \frac{-63 + 0,09x}{100} r,$$

kde x — nadmořská výška,
 H_m — horizontální srážky,
 H_v — vertikální srážky,
 r — koeficient výskytu horizontálních srážek ve vztahu k reliefu terénu (pro návětrné a vrcholové polohy byl koeficient stanoven 1,0 a pro závětrné polohy v průměru 0,7).

EVAPOTRANSPIRAČNÍ ZTRÁTY MODELOVÉHO POROSTU

V rámci evapotranspiračních ztrát (ETR) lesního porostu rozlišujeme tři základní složky: a) intercepční výpar I , b) transpiraci T , c) výpar z půdy V .

a) Intercepce modelového lesního porostu představuje množství vertikálních atmosférických srážek, které se zadrží na nadzemních částech porostu a postupně se vypaří. Výpočet intercepčního výparu za předpokladu, že modelový smrkový porost má průměrný produkční věk 50 let, III. bonitu a plný zápoj 1,0, lze provést podle rovnice

$$I = K_i \cdot N_i \cdot H_v,$$

kde K_i — převodní číslo intercepce závislé především na bonitě a věku lesního porostu,
 N_i — procento intercepce odpovídající nadmořské výšce,
 H_v — průměrné roční množství atmosférických srážek vertikálních.

I. Převodní čísla evapotranspirace modelového smrkového porostu. — Conversion figures of evapotranspiration of a model spruce stand

Věk	I. bonita			II. bonita			III. bonita		
	K_i	K_t	K_{pv}	K_i	K_t	K_{pv}	K_i	K_t	K_{pv}
0	—	—	3,75	—	—	3,75	—	—	3,75
10	0,52	0,18	2,00	0,30	0,11	2,50	0,22	0,08	3,00
20	1,19	0,52	0,75	0,72	0,28	1,05	0,48	0,17	1,30
30	1,55	1,00	0,60	1,10	0,52	0,80	0,74	0,30	1,05
40	1,54	1,20	0,60	1,33	0,82	0,75	1,00	0,45	0,95
50	1,43	1,26	0,60	1,30	0,93	0,75	1,16	0,56	0,95
60	1,31	1,24	0,70	1,22	0,91	0,80	1,13	0,57	0,95
70	1,25	1,18	0,75	1,12	0,79	0,85	1,04	0,53	1,00
80	1,19	1,10	0,80	1,09	0,71	0,85	0,98	0,47	1,00
90	1,21	1,00	0,80	1,06	0,63	0,95	0,94	0,42	1,05
100	1,25	0,90	0,85	1,06	0,57	1,00	0,92	0,37	1,10

Převodní čísla intercepce jsou uvedena v tabulce I a odvozena podle autora (Běle 1975).

b) Transpirace lesního porostu představuje proces výdeje vody při zajišťování fyziologických pochodů spojených s tvorbou dřeva. Za obdobného modelového příkladu lesního porostu jako u intercepce lze provést stanovení výše transpirace z rovnice

$$T = K_t \cdot N_t,$$

kde K_t – převodní číslo transpirace závislé na bonitě a věku lesního porostu, v našem případě smrkového (převodní čísla pro I., III. a V. bonitu jsou uvedena v tabulce I – Běle 1973),

N_t – množství transpirované vody odpovídající nadmořské výšce.

c) Třetí zápornou složkou, jejíž zařazení pro výpočet evapotranspirace je nezbytné, je výpar z půdy a evapotranspirace přízemní vegetace. Do této třetí položky byly použity výpočty podle Molčanova (1960). Na podkladě jeho údajů je možno stanovit hodnoty této třetí záporné složky bilance pomocí rovnice

$$V_{pv} = K_{pv} \cdot H_v,$$

kde K_{pv} – převodní číslo výparu z půdy a evapotranspirace přízemní vegetace závislé na věku a bonitě lesního porostu (převodní čísla vybraných bonit jsou pro tuto složku uvedena rovněž v tabulce I),

H_v – průměrné roční množství vertikálních atmosférických srážek.

Hydrická účinnost modelového smrkového porostu určité lesní oblasti, např. vegetačního pásma, je vyjádřena rozdílem průměrného ročního množství vody, která dopadne na porost, a evapotranspirace modelového porostu. Hydrická účinnost je vyjádřena množstvím disponibilní vody D , kterou získáme stanovením z rovnice

$$D = H_v \left[1 + \left(\frac{-63 + 0,09 x}{100} \right) r \right] - ETR.$$

Za základní jednotku, pro kterou byla stanovena hydrická účinnost lesních porostů, byl určen lesní hospodářský celek. V České socialistické republice byla stanovena hydrická účinnost u 390 lesních hospodářských celků. Z hydrologického hlediska není lesní hospodářský celek jednotkou ideální, lépe by vyhovovalo dílčí povodí. Má to však své výhody pro využití výsledků rajonizace lesním hospodářstvím, a to především pro následné uzpůsobení hospodaření v lesích většího vodohospodářského významu.

Pro jednotlivé lesní hospodářské celky byl zvolen postup zpracování pomocí modelového smrkového porostu. Smrk je dřevinou, pro kterou existuje přijatelné množství podkladových materiálů umožňujících konat popsané rámcové výpočty. Je rovněž dřevinou, která se vyskytuje téměř ve všech výškových stupních.

Při vlastních výpočtech průměrného množství disponibilní vody v jednotlivých lesních hospodářských celcích byly stanoveny pro stometrové výškové stupně od 200 m nad mořem průměrné roční atmosférické srážky

a evapotranspirace modelového smrkového porostu. Tak byly získány hodnoty množství disponibilní vody v jednotlivých výškových stupních a váženým průměrem propočítána průměrná hodnota disponibilní vody v každém lesním hospodářském celku.

Horizontální srážky byly počítány pro sdružené výškové stupně nad 701 m nadmořské výšky. I. stupeň v rozmezí 701 až 800 m, II. stupeň 801 až 1000 m a III. stupeň nad 1001 m nadmořské výšky. V těchto třech stupních byly vylišeny dvě skupiny ploch, a to návětrné s vrcholovými a závětrné, u nichž je předpokládáno rozdílné množství zachycovaných horizontálních srážek z mlh nízké oblačnosti.

V tabulce II jsou uvedena průměrná roční množství evapotranspirace modelového smrkového porostu, která byla propočítána pro jednotlivé

II. Průměrná evapotranspirace modelového smrkového porostu ve výškových stupních. — Average evapotranspiration of a model spruce stand in altitude degrees

Výškový stupeň		Průměrné roční atm. srážky	Podíl ETR na ročních srážkách	ETR	Disponibilní voda pro odtok
číslo	horní hranice				
—	m n. m.	mm	%	mm	mm
1	200	500	95	475	25
2	300	550	86	473	77
3	400	600	78	468	132
4	500	650	72	468	182
5	600	700	67	469	231
6	700	800	59	472	328
7	800	900	52	468	432
8	900	1000	47	470	530
9	1000	1100	42	462	638
10	1100	1200	33	396	804
11	1200	1300	30	390	910

určené výškové stupně. U výškových stupňů přesahujících nadmořskou výšku 1200 m je předpokládáno, že se evapotranspirace nemění. Hodnoty evapotranspirace modelového smrkového porostu v jednotlivých výškových stupních až do 1000 m nad mořem nevykazují podstatné rozdíly. Nad 1000 m nad mořem se začíná projevovat snížení především u transpirace. Vzhledem k této skutečnosti a s růstem příjmové složky s nadmořskou výškou zvyšuje se i množství disponibilní vody. Hodnoty uvedené v tabulce II usnadnily propočty množství disponibilní vody v jednotlivých lesních oblastech reprezentovaných lesními hospodářskými celky.

Průměrné údaje množství zachycovaných horizontálních srážek ve sdružených výškových stupních nad 701 m nadmořské výšky jsou uvedeny v tabulce III. Horizontální srážky byly přepočteny na celý hospodářský celek a takto získaná průměrná hodnota představující přírůstek at-

III. Horizontální srážky v modelových smrkových porostech podle sdružených výškových stupňů (roční průměr). — Horizontal precipitation in model spruce stands according to combined altitude degrees (annual average)

Sdružený výškový stupeň	Průměrné roční vert. srážky	Horizontální srážky		
		strana		
		návětrná vrcholová	závětrná	
m n. m.	mm	%	mm	mm
701 — 800	900	5	45	30
801 — 1000	1000	18	180	130
1001 — a více	1200	34	400	280

mosférických srážek byla připočítána k průměrné hodnotě vertikálních srážek LHC.

Podle hodnot hydrické účinnosti byly jednotlivé lesní hospodářské celky začleněny do třímístné stupnice. Tak byly získány lesní hospodářské celky s hydrickou účinností:

1. malou s tvorbou disponibilní vody od 0 do 200 mm,
2. střední s tvorbou disponibilní vody 201 až 400 mm,
3. velkou s tvorbou disponibilní vody 401 a více mm.

Při zpracování se ukázalo, že poslední — třetí stupeň je vhodné ještě rozdělit na tři podstupně vzhledem k velkému rozmezí tvorby disponibilní vody, a to

- a) 401 až 600 mm disponibilní vody,
- b) 601 až 800 mm disponibilní vody,
- c) 801 a více mm disponibilní vody.

Mluvíme-li o disponibilní vodě, není tím myšlena veškerá voda, která z lesů odtéká. Určitá její část, která je k dispozici, podmiňuje půdní vlhkost nebo doplňuje zásoby podzemních vod. Můžeme předpokládat, že množství disponibilní vody pohybující se v rozmezí 201 až 400 mm v ročním průměru v závislosti na terénních a pedologických poměrech zajišťuje v povodích přibližně průměrné odtokové poměry. Množství disponibilní vody pod 200 mm zajišťuje s ohledem na celostátní průměr podprůměrné odtoky. Při tvorbě disponibilní vody nad 400 mm jsou v povodích vytvářeny nadprůměrné odtokové poměry.

ZHODNOCENÍ HYDRICKÉ ÚČINNOSTI LESŮ ČSR

Hydrická účinnost lesů — lesních hospodářských celků — byla zpracována podle krajů České socialistické republiky a výsledky jsou uvedeny v tabulce IV. Z této tabulky je patrné, že lesů s malou hydrickou účinností

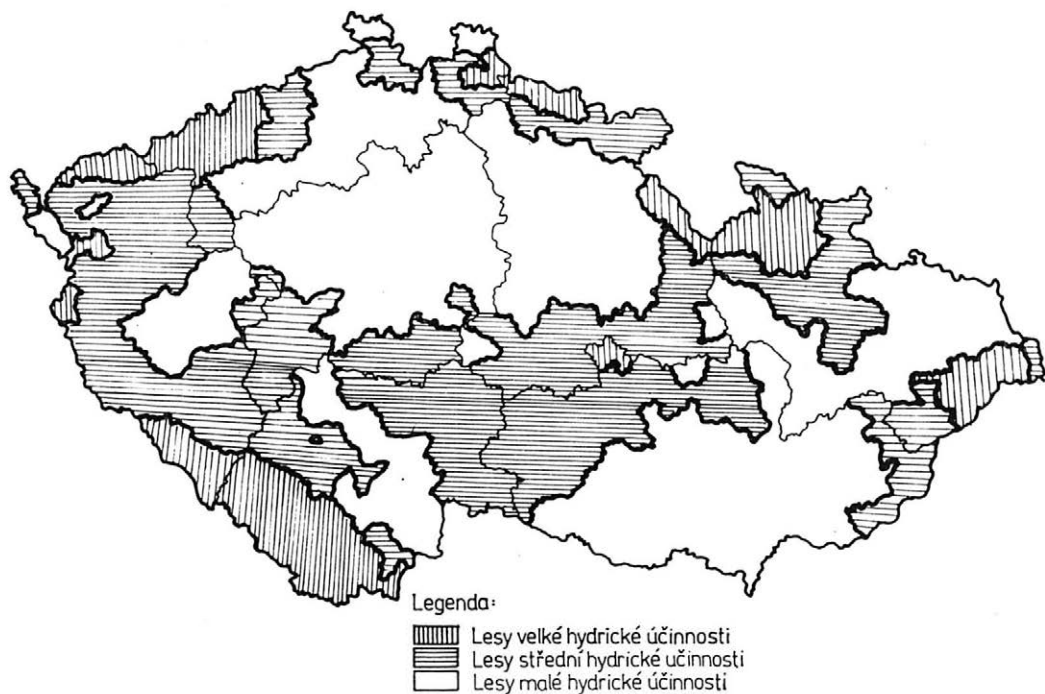
IV. Plochy lesů LHC podle stupně hydrické účinnosti v krajích ČSR. — Areas of LHC forests according to water efficiency degree in Czech counties

Kraj	Plocha	Průměrný stupeň hydrické účinnosti LHC				
		I.	II.	III/a	III/b	III/c
		km ²				
Středočeský	2 580,4	1760,1	820,3	—	—	—
Jihočeský	3 579,9	930,4	1 409,5	689,8	266,6	283,7
Západočeský	4 013,6	709,4	2 307,9	473,4	353,5	169,4
Severočeský	2 495,1	1018,1	756,1	556,5	164,4	—
Východočeský	3 626,5	1507,6	1 557,0	217,0	19,6	325,3
Jihomoravský	4 183,7	2321,5	1 751,3	110,9	—	—
Severomoravský	3 875,8	1045,0	1 302,0	929,9	501,2	97,7
Celkem SL	24 355,0	9292,1	9 904,1	2977,5	1305,2	876,1
Lesy MNO	1 650,7	231,7	917,0	—	286,4	215,6
Úhrnem	26 005,7	9523,8	10 821,1	2977,5	1591,6	1091,7

ností – lesů vodohospodářsky málo významných – je 36,6 % z celkové výměry lesních ploch ČSR. Lesů se střední hydrickou účinností je 41,6 % a lesy s velkou hydrickou účinností zaujímají plochu 21,8 % z výměry lesů ČSR. Tato třetí skupina představuje lesy zvýšeného vodohospodářského významu. Lesy s malou hydrickou účinností jsou soustředěny v nížinných oblastech Čech a Moravy ve Středočeském, Východočeském, Jihomoravském a Severomoravském kraji. Plochy lesů se střední hydrickou účinností zaujímají především oblasti chlumů, vrchovin a místy zasahují do vysočin. Ve vyšších oblastech vysočin a ve středohorských oblastech se rozkládají lesy lesních hospodářských celků s velkou hydrickou účinností. V této skupině přes polovinu ploch tvoří lesy Jihočeského a Severomoravského kraje s lesními oblastmi Šumavy, Beskyd, Jeseníků a Javorníků. Největší rozlohu lesů velké hydrické účinnosti nad 800 mm disponibilní vody má kraj Východočeský (Krkonoše).

Zhodnotíme-li hydrickou účinnost lesů s ohledem na vodohospodářské potřeby můžeme konstatovat, že zvýšený vodohospodářský význam mají lesy lesních hospodářských celků velké hydrické účinnosti. Tyto oblasti charakterizované zvýšenou přirozenou akumulací vody formují hlavní pramenné oblasti toků naší republiky a jsou zdrojem pro doplňování podzemních vod (např. v křídové oblasti severovýchodních Čech apod.). Povrchová voda přicházející z těchto oblastí je vhodná pro vodárenské využívání.

Rozložení lesů zvýšeného vodohospodářského významu a LHC podle hydrické účinnosti podává orientační mapa na obr. 1.



1. Lesy zvýšeného vodohospodářského významu. — The forests of increased water management significance

Soudobé poznatky o způsobech, kterými může lesní hospodářství přispívat k řešení uvedeného vodohospodářského problému, ukázaly, že výběr není příliš rozsáhlý. Ukázalo se, že biotechnická opatření, s jejichž prováděním se počítá při zvyšování kvantitativní hydrické účinnosti, nejsou podle soudobých ekonomických kritérií dostatečně efektivní. Je proto zřejmé, že v současné době a v nejbližší budoucnosti bude také využíváno především kvalitativní stránky hydrické účinnosti lesních porostů. Pouze tam, kde to bude vhodné a současně ekonomicky efektivní, je možno doporučit uplatňování kvantitativní hydrické účinnosti v lesích.

Konfrontací poznatků o vztazích lesa a vody se společenskými potřebami vyjádřenými úkoly vodního hospodářství jsme dospěli k závěrům, že v současné době může lesní hospodářství maximální měrou přispět k zajišťování vodních zdrojů v perimetrech vodárenských nádrží. Řídící zásadou pro volbu hospodářských opatření v těchto lesích bude, aby byly vytvářeny zdroje vody nejlepší kvality. Možnost využívání kvantitativních charakteristik hydrické účinnosti lesních porostů je soustředěna především do nadmořských výšek nad 800 m, kde vertikální atmosférické srážky jsou výrazně zvyšovány o horizontální srážky z mlh nízké oblačnosti.

Při ovlivňování kvalitativní stránky odtokových poměrů v lesních porostech půjde především o eliminaci všech forem vodní eroze půdy. V té souvislosti musí být zvláštní pozornost věnována nebezpečným komunikacím v bezprostřední blízkosti vodních toků přivádějících vodu do vodárenské nádrže.

V perimetrech vodárenských nádrží bude nutné, aby lesy byly obhospodařovány podle speciálních hospodářských systémů, při nichž zvýšená pozornost musí být věnována technologickým postupům, které maximální měrou šetří půdní povrch. Jde především o technologii těžby, dopravy dřeva, budování cest a jejich údržbu apod.

V České socialistické republice byly do současné doby vybudovány 34 nádrže, které slouží vodárenskému využívání. Výměra povodí těchto nádrží je 5468,3 km². Z toho lesy zaujímají rozlohu 2245,0 km². V tabulce V jsou uvedeny základní charakteristiky spolu s názvy nádrže, toku a s pořadím každé vodárenské nádrže. Vzhledem k předpokládané zvyšující se spotřebě pitné vody v budoucnosti bylo vybráno více jak sto přehradních profilů, kde jsou dány předpoklady pro vybudování vodárenských nádrží. Z tohoto počtu bylo podle vhodnosti lokálních podmínek a vodohospodářských potřeb vybráno pro výstavbu do roku 2000 41 lokalit.

Do současné doby vybudované vodárenské nádrže mají v průměru lesnatost 41,0 %. Lesy lesních hospodářských celků střední hydrické účinnosti se rozkládají na výměře 1091,90 km². Lesy LHC velké hydrické účinnosti mají rozlohu 746,5 km² a lesy s malou hydrickou účinností jsou na rozloze 406,6 km². Z tohoto výčtu lze usuzovat, že povodí většiny vodárenských nádrží zasahují z větší části do vrchovin až středohor.

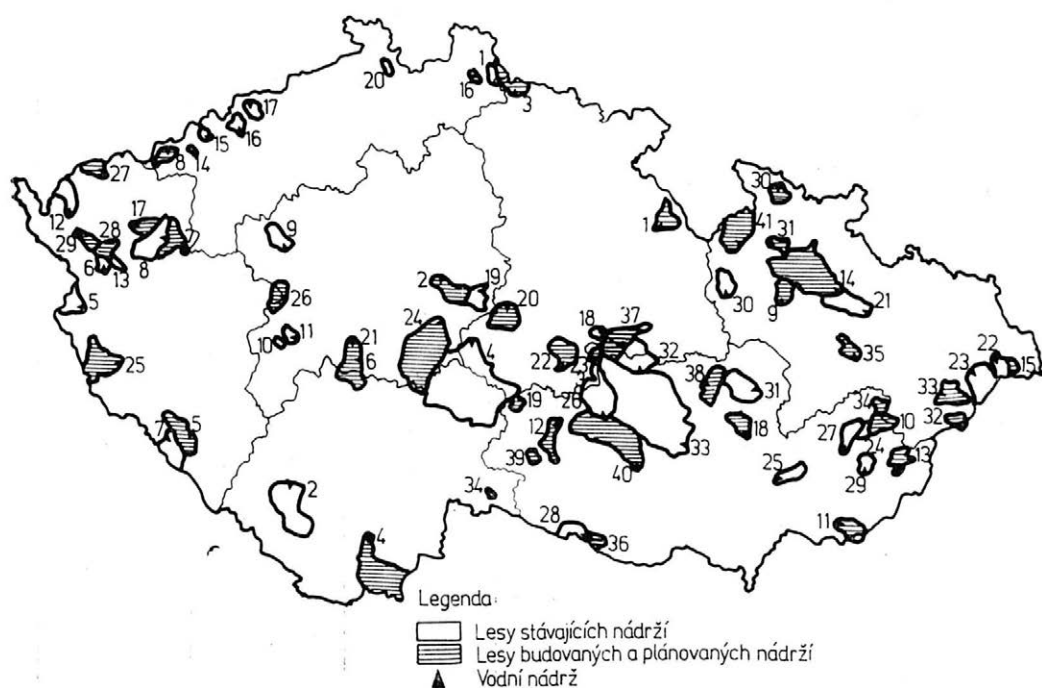
Mezi lesy vodohospodářského určení je možno také zařadit lesy povodí vodárenských nádrží budovaných nebo plánovaných, vzhledem k jejich budoucímu vodohospodářskému významu. Celková výměra lesů vo-

V. Současné vodárenské nádrže v ČSR s výměrami lesů vodohospodářského určení.
 — Present water reservoirs in the Czech Socialist Republic with areas of the
 forests of water management determination

Pořadí nádrže	Název nádrže toku	Lesnatost	Plocha povodí	Plocha lesů
		%	km ²	km ²
1.	Souš			
2.	Černá Desná	100	13,0	13,0
2.	Husinec			
3.	Blanice	50	213,9	106,9
3.	Staviště			
3.	Staviště	20	19,1	3,8
4.	Švihov			
4.	Želivka	30	1178,3	353,4
5.	Lučina			
5.	Mže	40	189,0	75,6
6.	Mar. Lázně			
6.	Úsovický p.	80	19,5	15,6
7.	Nýrsko			
7.	Úhlava	74	84,3	59,8
8.	Žlutice			
8.	Střela	28	216,3	61,1
9.	Klíčava			
9.	Klíčava	67	87,1	53,8
10.	Pilská			
10.	Pilský p.	100	9,9	9,9
11.	Obecnice			
11.	Obecnický p.	80	18,3	14,6
12.	Horka			
12.	Libocký p.	50	85,3	42,6
13.	Podhora			
13.	Teplá	20	60,4	12,1
14.	Křimov			
14.	Křimovský p.	50	43,5	21,7
15.	Jirkov			
15.	Bílina	60	29,3	17,6
16.	Janov			
16.	Loupnice	80	17,7	14,2
17.	Fláje			
17.	Flájský p.	80	49,6	36,1
18.	Hamry			
18.	Chrudimka	40	57,0	22,8
19.	Vrchlice			
19.	Vrchlice (K. Hora)	20	100,6	20,1
20.	Chřípská			
20.	Chřípská Kamenice	70	6,3	4,4
21.	Kružberk			
21.	Moravice	40	566,0	226,4
22.	Morávka			
22.	Morávka	92	63,0	58,0
23.	Šance			
23.	Ostravice	92	148,0	136,2
24.	Fryšták			
24.	Fryštácký p.	50	41,0	20,5
25.	Koryčany			
25.	Kyjovka	50	27,0	13,5
26.	Mostiště			
26.	Oslava	38	223,0	84,7

Pořadí nádrže	Název nádrže toku	Lesnatost	Plocha povodí	Plocha lesů
		%	km ²	km ²
27.	Bojkovice	20	14,0	7,0
28.	Židelná			
29.	Znojmo	38	139,2	52,6
30.	Dyje			
31.	Ludkovice	40	13,0	5,2
32.	Ludkovice			
33.	Nemil	36	29,0	10,4
34.	Nemilka			
35.	Plumlov	60	119,0	71,4
36.	Hloučela			
37.	Vír	40	414,0	165,6
38.	Svratka			
39.	Brněnská	38	1161,0	425,5
40.	Svratka			
41.	Landštejn	70	12,7	8,9
42.	Pstruhovec			
Celkem			5468,3	2245,0

dárenských nádrží budovaných a plánovaných k vybudování do roku 2000 bude činit 1537,1 km², což představuje průměrnou lesnatost těchto povodí 36,7 %. Přehled těchto povodí je uveden v tabulce VI.



2. Lesy vodohospodářského určení (v perimetrech vodárenských nádrží). — The forests of water management determination (in water reservoir perimetres)

VI. Vodárenské nádrže budované a plánované k vybudování v ČSR do roku 2000 s výměrami lesů vodohospodářského určení. — Water reservoirs built and planned for building in Czechoslovakia by the year 2000 with areas of the forests of water management determination

Pořadí nádrže	Název nádrže toku	Lesnatost	Plocha povodí	Plocha lesů
		%	km²	km²
1.	Pěčín	60	72,3	43,4
2.	Zdobnice			
3.	Doubřavčany	20	105,8	21,2
4.	Výrovka			
5.	Vilémov	90	90,0	81,0
6.	Jizera			
7.	Římov	43	485,6	210,0
8.	Malše			
9.	Čachrov	40	43,5	17,4
10.	Ostružná			
11.	Brzina	Plocha uvedena u č. 21		
12.	Brzina			
13.	Babštejn	30	217,0	65,2
14.	Střela			
15.	Přísečnice	50	42,6	21,3
16.	Přísečnický p.			
17.	Dlouhá Loučka	40	76,5	30,6
18.	Oslava			
19.	Slušovice I.	70	42,8	30,0
20.	Dřevnice			
21.	Javorník	50	43,8	21,9
22.	Jamný			
23.	Střížov	30	121,9	36,6
24.	Brtnice			
25.	Vlachovice	40	55,2	22,1
26.	Vlára			
27.	Slezská Harta	60	464,2	Plocha uvede- na u Kruž- berku
28.	Moravice			
29.	Horní Lomná	90	29,9	26,9
30.	Lomná			
31.	Josefův Důl	90	20,0	18,0
32.	Kamenice			
33.	Stanovice	30	92,1	27,6
34.	Lomnický p.			
35.	Opatovice	60	43,7	26,2
36.	Malá Haná			
37.	Hubenov	20	18,9	3,8
38.	Maršovský p.			
39.	Břeží	40	61,2	24,5
40.	Klejnárka			
41.	Hrachov	20	132,9	26,6
42.	Brzina			
43.	Stříbrné hory	20	77,3	15,5
44.	Borovský p.			
45.	Žďár n. S.	30	38,3	11,5
46.	Stržský p.			
47.	Čejkovice	40	170,7	68,3
48.	Blanice			
49.	Štítary	40	170,7	68,3
50.	Radbuza			
51.	Hředle	50	92,1	46,0
52.	Stroupinský p.			

Pořadí nádrže	Název nádrže toku	Lesnatost	Plocha povodí	Plocha lesů
		%	km²	km²
27.	Chaloupka	70	20,1	14,1
28.	Rolava			
29.	Mnichov	50	62,5	31,2
30.	Pramenný p.			
31.	Libavské údolí	60	67,2	40,3
32.	Libava			
33.	Velká Kraš	60	58,9	35,3
34.	Černý p.			
35.	Hřbety	90	28,4	25,6
36.	Divoká Desná			
37.	Karolinka	60	22,8	13,7
38.	Stanivce			
39.	Rožnov	70	113,4	79,4
40.	Bečva			
41.	Rejnochovice	90	19,3	18,0
42.	Juhyně			
43.	Olšovec	30	47,7	14,3
44.	Velička			
45.	Býčí Skála	Plocha uvedena u Znojma		
46.	Dyje	60	129,0	Plocha uvedena u Brněnské
47.	Borovnice			
48.	Svratka	60	55,7	33,4
49.	Boskovice			
50.	Bělá	60	21,4	12,9
51.	Nová Říše			
52.	Řečice	27	568,0	156,1
53.	Čučice			
54.	Oslava	50	217,2	108,6
55.	Hanušovice			
56.	Morava			
Celkem			4187,1	1537,1

Původní plocha lesů vodárenských nádrží se do roku 2000 zvětší o 68,5 %. Zvláště výrazně vzroste podíl lesů velké hydrické účinnosti. Tato skutečnost jen podtrhuje význam lesů zvýšeného vodohospodářského významu v rámci lesů s vodohospodářským určením.

Přehled o rozmístění povodí vodárenských nádrží vybudovaných i plánovaných v ČSR podává mapka na obr. 2.

Literatura

1. BĚLE, J.: Příspěvek ke zjišťování evapotranspiračních ztrát smrkových porostů. Kandidátská disertační práce VÚLHM, 1973, s. 113
2. BĚLE, J.: Vylíšení oblastí zvýšeného zájmu na vodohospodářské působení lesů. Závěrečná zpráva VÚLHM 1974, s. 33 (17 tab., 4 mapy)
3. BĚLE, J.: Příspěvek ke zjišťování ztrát vody intercepčním výparem ve smrkových porostech. Lesnictví, 21, 1975, č. 7, s. 633-652

4. KREČMER, V.: K interceptci srážek ve středohorské smrčcině. Opera Concorctica, 5, 1968, s. 83-96
5. KREČMER, V.: K interceptci kapalných srážek ve středohorské poloze. Sborník Nové směry v úpravách povodí, Ostrava, 1972, s. 65-70
6. MOLČANOV, A. A.: Hidrologičeskaja roľ lesa. AN SSSR 1960, s. 464
7. PICKO, V.: Příspěvek k problému závislosti srážek na poloze místa a jeho nadmořské výšce. Meteorologické zprávy, 10, 1957, č. 4, s. 99-108
8. ZELENÝ, V.: Vliv hospodaření v lesích na vodní režim v malých povodích. Sborník Nové směry v úpravách povodí, Ostrava, 1972, s. 31-57

Došlo dne 4. 2. 1976

БЕЛЕ, Я. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Районизация лесов с аспекта их водохозяйственного значения. Lesnictví, 23, 1977 (3): 151-166.

Водохозяйственная эффективность хозяйственных лесов в ЧСР оценивалась на основе простого баланса воды модельных еловых насаждений, путем выражения различий их приходно-расходных статей. Водный баланс этих насаждений определялся для стометровой высотной степени, начиная высотой 200 м над уровнем моря. Так определялось количество, имеющейся в распоряжении воды, в отдельных высотных степенях и взвешиванием среднего числа определялось ее количество в лесных хозяйственных единицах. Согласно средней годичной аккумуляции, имеющейся в распоряжении воды, хозяйственные единицы были разделены на три группы: 1. леса лесных хозяйственных единиц с малой водохозяйственной эффективностью с имеющейся в распоряжении водой до 200 мм, 2. леса водохозяйственной эффективности с имеющейся в распоряжении водой 201—400 мм, 3. леса большой водохозяйственной эффективности с имеющейся в распоряжении водой свыше 401 мм в среднем за год.

В ЧСР леса со средней водохозяйственной эффективностью занимают 41,2 % площадей, а леса с большой водохозяйственной эффективностью занимают 21,9 % площади общего насаждения.

Леса водохозяйственного определения находятся в бассейнах водоемов. В ЧСР намечается, что их площадь, по сравнению с настоящим положением, повысится на 68,5 % до 2000 г. Более чем на 100 % возрастет доля лесов с большой водохозяйственной эффективностью.

На основе разработанного материала можно констатировать, что леса водохозяйственного значения в ЧСР следующие:

1. Леса, расположенные в бассейнах водоемов — леса с водохозяйственным направлением, площадь которых до 2000 г. будет составлять 3782,1 км².
2. Леса повышенной природной аккумуляции воды, леса с повышенным водохозяйственным значением, занимающие площадь 4215,9 км².

При сравнении с общей площадью лесных насаждений, леса с водохозяйственным назначением занимают 14,5 % площади, а леса с повышенным водохозяйственным значением 16,2 %.

Необходимой предпосылкой для использования водохозяйственной функции, преимущественно в лесах водохозяйственного значения, является внедрение специальных способов ведения хозяйства, которые в повышенной мере будут соблюдать водохозяйственные интересы. вода; водохозяйственная эффективность; леса с водохозяйственным направлением

БЕЛЕ, Я. (Вýzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Forest Rayonization in View of Water Management Significance. Lesnictví, 23, 1977 (3): 151-166.

Water efficiency of commercial forests in Czechoslovakia has been evaluated on the basis of simple water balance of model spruce stands, by expressing the difference of its precipitation and evapotranspiration items. Water balance of the stands has been established for 100 m altitude degrees, starting with 200 m above sea level. The amount of disposable water in individual altitude degrees was determined and its amount in forest commercial units was found with help of the weighted average. Commercial units were divided into three groups according to average annual accumulation of disposable water: 1. the forests with low water efficiency and production of disposable water to 200 mm; 2. the forests with medium

water efficiency and production of disposable water from 201 to 400 mm; 3. the forest with high water efficiency and production of disposable water above 401 mm on an annual average.

The forests with medium water efficiency cover 41.2 % and the forests with high water efficiency cover 21.9 % of the total stand area in the Czech Socialist Republic.

Forests with water management determination are represented by the forests of water reservoirs. Their area is expected to increase by 68.5 % by the year 2000, compared to the present area. Portion of the forests with high water efficiency will increase by more than 100 %.

On the basis of the compiled material it may be stated that the Czechoslovak forests with water management significance are represented by:

1. The water reservoir forests of water management determination, whose area will have reached 3,782.1 sq. km. by the year 2000.

2. The forests of increased natural water accumulation, the forests of increased water management significance, whose area is 4,215.9 sq. km.

When compared with the total area of forest stands, the area of the forests of water management determination makes 14.5 %, while that of the forests of increased water management significance 16.2 %.

A necessary precondition for an employment of water management function, especially in the forests of water management determination, is the introduction of special ways of management which will respect water management interests to a high degree.

water; water efficiency; forests with water management

BĚLE, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Rayonierung der Wälder vom Standpunkt ihrer wasserwirtschaftlichen Bedeutung. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 151-166.

Die hydrische Wirksamkeit der Wirtschaftswälder in der ČSR wurde aufgrund der einfachen Wasserbilanz der Modellfichtenbestände bewertet, ausgedrückt durch den Unterschied ihrer Einnahms- und Ausgabenposten. Die Wasserbilanz dieser Bestände wurde für je 100 Meter Skalenhöhe, angefangen von der Seehöhe von 200 m festgelegt. So wurde die Menge von disponiblen Wasser in den einzelnen Höhenstufen festgelegt und durch gewogenes Mittel seine Menge in den forstlichen Wirtschaftskomplexen bestimmt. Nach der durchschnittlichen Jahresakkumulation des disponiblen Wassers wurden die Wirtschaftskomplexe in drei Gruppen eingeteilt: 1. Wälder LHC FWK (forstliche Wirtschaftskomplexe) der kleinen hydrischen Wirksamkeit mit der Bildung disponiblen Wassers bis 200 mm, 2. Wälder der mittleren hydrischen Wirksamkeit mit der Bildung disponiblen Wassers 201–400 mm, 3. Wälder der großen hydrischen Wirksamkeit mit der Bildung disponiblen Wassers über 401 mm des Jahresdurchschnitts.

In der ČSR dehnen sich die Wälder mit der mittleren hydrischen Wirksamkeit auf dem Ausmaß 41,2 %, und die Wälder mit großer hydrischen Wirksamkeit nehmen die Fläche von 21,9 % vom Gesamtausmaß der Bestände ein.

Die Wälder der wasserwirtschaftlichen Bestimmung werden durch die Wälder der Flußgebiets von Staubecken repräsentiert. In der ČSR wird damit gerechnet, daß ihr Ausmaß sich im Vergleich zum gegenwärtigen Zustand bis zum Jahre 2000 um 68,5 % erhöht. Um mehr als 100 % wird der Anteil von Wäldern mit der großen hydrischen Wirksamkeit aufwachsen.

Aufgrund des bearbeitenden Materials kann man konstatieren, daß wasserwirtschaftlich bedeutsame Wälder werden in der ČSR repräsentiert:

1. durch Wälder der Staubecken-Wälder der wasserwirtschaftlichen Bestimmung, deren Ausmaß bis zum Jahre 2000 3782,1 km² erreicht;

2. durch Wälder der erhöhten natürlichen Wasserakkumulation, Wälder der erhöhten wasserwirtschaftlichen Bedeutung, die 4215,9 km² Ausmaß haben.

Bei dem Vergleich zu dem gesamten Ausmaß von Waldbeständen beträgt das Waldausmaß von wasserwirtschaftlicher Bestimmung 14,5 % und das Ausmaß der erhöhten wasserwirtschaftlichen Bedeutung 16,2 %.

Die Ausnutzung der wasserwirtschaftlichen Funktion vor allem in den Wäldern

mit der wasserwirtschaftlichen Bestimmung setzt die Einführung spezieller Wirtschaftsarten voraus, die in einem erhöhten Maße die wasserwirtschaftlichen Interesse respektieren werden.

Wasser; hydrische Wirksamkeit

BĚLE, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady): Répartition des forêts du point de vue de leur importance pour le régime des eaux. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 151-166.

L'efficacité hydrique des forêts exploitables dans la République socialiste tchèque a été estimée sur la base du bilan hydrique simple des peuplements d'épicéa modèles en exprimant la différence entre les postes de réception et celles de dépense. Le bilan hydrique de ces peuplements a été déterminée pour les degrés d'altitude, à partir de l'altitude de 200 mètres. C'est ainsi qu'on a déterminé la quantité d'eau disponible dans les degrés d'altitude particuliers et, grâce à la moyenne pondérée, sa quantité dans les cantons forestiers économiques. Selon l'accumulation annuelle moyenne de l'eau disponible les cantons économiques forestiers ont été divisés en trois groupes suivants 1. les forêts des cantons économiques forestiers d'une efficacité hydrique faible, dont la formation de l'eau disponible est de moins 200 mm, 2. les forêts dont l'efficacité hydrique est moyenne et dont la formation de l'eau disponible est de 201 à 400 mm, 3. les forêts dont l'efficacité hydrique est importante et dont la formation de l'eau disponible dépasse en moyenne annuelle 401 mm.

Dans la République socialiste tchèque les forêts dont l'efficacité hydrique est moyenne, sont réparties sur une superficie de 41,2 p. 100 et les forêts dont l'efficacité hydrique est importante occupent une surface de 21,9 p. 100 sur la superficie totale des peuplements.

Les forêts destinées à influencer le régime hydrique sont représentées par les forêts du bassin versant des réservoirs à eau. Dans la République socialiste tchèque on compte avec le fait que leur superficie augmentera, d'ici à 2000, comparativement à l'état actuel, de 68,5 p. 100. La part des forêts dont l'efficacité hydrique est importante, augmentera de plus de 100 p. 100.

Sur la base du matériel examiné on peut constater que les forêts importantes pour le régime hydrique sont représentées dans la République socialiste tchèque par:

1. Les forêts des réservoirs à eau — les forêts destinées à influencer le régime hydrique, dont la superficie atteindra d'ici à 2000, 3782,1 km².

2. Les forêts, où l'accumulation naturelle de l'eau est augmentée — les forêts dont l'importance pour le régime des eaux est élevée et dont la superficie est de 4215,9 km².

En faisant la comparaison avec la superficie totale des peuplements forestiers, la superficie des forêts destinées à influencer le régime des eaux, est de 14,5 p. 100 et celle des forêts dont l'importance pour le régime des eaux est élevée, est de 16,2 p. 100.

La condition nécessaire à l'exploitation de la fonction hydro-économique, notamment dans les forêts destinées à influencer le régime des eaux, consiste à introduire dans ces dernières des modes spéciaux d'exploitation qui pourraient respecter d'une manière plus efficace les intérêts relatifs au régime des eaux.

eau; efficacité hydrique

Adresa autora:

Ing. Josef Běle, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady

PŮDNÍ TYPY A NIŽŠÍ TAXONOMICKÉ PŮDNÍ JEDNOTKY VE SMRKO-BUKOVÉM STUPNI JIŽNÍ ČÁSTI ŠUMAVY

F. Pišta

PIŠTA, F. (České Budějovice). Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky ve smrko-bukovém stupni jižní části Šumavy. *Lesnictví*, 23, 1977 (3) : 163-184. K půdní klasifikaci byla použita systematika podle J. Pelíška (1964) a pouze v případech, kde nebylo dobře možno tohoto systému použít, bylo zařazování provedeno podle Kubiény, Laatsche, Ehwalda a Mückenhause na v interpretaci A. Houby (1970). Ve zkoumaném území jsou nejvíce rozšířeny hnědé lesní půdy (oligo, mezo a eutrofní hnědozemě) a podle J. Pelíška přísluší k rezivým, okrovým a čokoládově hnědým lesním půdám. Podzoly jsou málo zastoupeny. Všechny tyto půdní jednotky jsou osídleny smrkovými bučinami. Pseudoglejové půdy byly vylišeny v nevelkém rozsahu na uléhavějších, většinou hlinitých půdách. Tyto půdy přísluší smrkovým jedlinám a v nepatrném rozsahu uléhavým smrkovým bučinám. V plochých úžlabinách jsou glejové a semiglejové půdy. Na půdách minerálně bohatších tohoto typu s pohyblivou podzemní vodou s hladinou vysoko položenou jsou zastoupeny převážně podmačené smrkové bučiny. Ostatní glejové půdy jsou osídleny smrkovými jedlinami. Rankery se vyskytují jen ostrůvkovitě a zřídka tvoří souvislejší plochy.

klasifikace půd; systematika půd; půdní jednotky; smrkové bučiny

Práce navazuje na dříve uveřejněné studie o smrčínách a bukových smrčínách v jižní části Šumavy. V tomto příspěvku je věnována hlavní pozornost půdám smrko-bukového stupně v jižní části Šumavy.

METODIKA

Výzkum půdy byl konán společně jako nedělitelná součást biogeocenologického výzkumu. Zkusné plochy byly založeny většinou pod dospělými porosty s přirozenou nebo jen málo změněnou dřevinnou skladbou. Celkem bylo popsáno 528 sond. Postup venkovního šetření je popsán v dřívější práci (Pišta 1971). Z typických sond byly odebrány vzorky půdy k mechanické a chemické analýze. Při hodnocení půdy a jejích vlastností bylo ve značné míře přihlášeno k fytoocenologické indikaci.

Zrnitostní rozbory byly provedeny v plavidlech Kopeckého. Jemnozen byla klasifikována podle obsahu jílu s použitím upravené stupnice Novákovy. Minerální živiny byly stanoveny ve výluhu 20% HCl. Obsah CaCO₃ byl zjištěn Jankovým vápnoměrem. Humus byl stanoven ze ztráty žiháním a titrační metodou Walkley-Blackovou v modifikaci Novákově-Peliškové. Dusík byl zjištěn podle upravené metody Kjeldahla. Aktivní a výměnná kyselost byla zjištěna elektrometricky. Sorpční komplex je charakterizován maximální sorpční kapacitou T, momentálním obsahem výměnně poutaných bázeických kationtů S a stupněm nasycení kationtové výměnné

kapacity bázeckými kationty. Uvedené metody jsou podrobně popsány v příručce pro cvičení (Pelíšek 1968).

Podle stupně kyselosti, obsahu humusu, hodnot sorpčního komplexu a obsahu minerálních živin byly půdy celkově posouzeny pomocí klasifikačních tabulek (Pelíšek 1964). Kvalita humusu byla posuzována podle poměru C/N a podle mocnosti subhorizontů pomocí klasifikační tabulky (Houba 1972). Nejdůležitější rozborů jsou zde uvedeny.

Při popisu půdních profilů jsou skupiny lesních typů označeny zkratkami: smrková bučina smBk, Z zakrslá, Y skeletová, M chudá, K kyselá, I uléhavá, S svěží, B bohatá, D obohacená, V vlhká; klenová smrkobučina klsmBk, A suťová javořina jV; smrková jedlina smJd, O svěží, P kyselá, Q chudá, G podmáčená. Vegetační stupeň smrko-bukový 6, jedlo-bukový 5.

POLOHA A VŠEOBECNÝ ÚZEMNÍ CHARAKTER

Tato práce se vztahuje na území jižní Šumavy kromě Knížecího Stolce, Smrčiny a Plešného hvozdu. Spodní hranice smrkových bučin se značně kryje s fytogeograficky vymezenou hranicí Šumavy podle V. Skalického. Okolí Frymburka a Kalistě, které patří k předhoří Šumavy (Skalický 1968) zaujímá též smrko-bukový stupeň (Pišta 1971). Dokazuje to nejen prolínání vegetace šumavské a předšumavské, podmáčení určitých poloh (rozsáhlé rašelinistiště Bedřichov u Světlíka), ale i klimatické údaje. V Černé v Pošumaví se průměrné denní teploty nad 15 °C nevyskytují a podnebí této pozorovací stanice je teplotně stejně drsné jako Sv. Tomáš, ačkoliv leží o 265 m níže. V předhoří Šumavy přibližně asi nad vrstevnicí 850 m patří také k smrko-bukovému stupni vrchol Javorníku, Libína, Kletě a dále celé území jižně od Libínského Sedla a Rohanova ke Křišťanovu a na východ až pod Markov. Nejvyšší hranice dosahuje tento stupeň v Boubínském masívu 1040 m, v polesí Strážný 920 m, ve Vyšebrodských horách dosahuje až k nejvyššímu vrcholu Vítkova Kamene (1032 m).

Převážná část území se vyznačuje střední až velkou reliéfovou energií. V okolí Pláničky a Černé převládá mírná pahorkatina až plošina. Z krajinných typů převládají podle výškového rozpětí vrchoviny s výškovým rozpětím 150–300 m a hornatinu tvoří zejména masív Boubína a Světlé hory.

POMĚRY GEOLOGICKÉ

Zkoumané území v širším okolí Vimperka, Volar, Prachatic a území severně od Lipenského jezera budují převážně zrnité biotitické a biotiticko-silimanické pararuly. Obsahují hlavně živce, křemen a biotit. Z živců v nich silně převládá plagioklas. V komplexu Boubína je biotitická rula v důsledku intenzivní granitizace a migmatizace velmi variabilní, mění se poměr světlých a tmavých součástí i textura a struktura. Jihozápadně od Českého Krumlova směrem k Černé obsahují pararuly četné vložky krystalických vápenců, grafitických hornin a amfibolitů. Východní část Krumlovské vrchoviny tvoří dvojslídne svorové ruly, jejichž podstatnou součástí jsou slidy, křemen a kyselý oligoklas. Křišťanovský masív a Klet budují granulity a granulitové ruly. Podstatnými složkami jsou alkalické živce a křemen, vedlejší nerosty (hlavně granát, biotit) jsou zastoupeny v různě

ném množství. Mezi Českými Žleby a Knížecí Plání tvoří území granodiorit. Obsahuje podle A. D u d k a (K o d y m 1961) hlavně biotit (17 až 21 %), plagioklas (37–43 %), draselné živce (13–16 % a křemen (23 až 20 %). Ve Vyšebrodských horách jsou rozšířeny převážně dvojslídne žuly. Kromě těchto rozsáhlých masívů tvoří žula místy menší ostrovy (na příklad vrchol Mergartu u Borové Lady).

Z tohoto přehledu je patrné, že geologický podklad tvoří téměř jen silikátové horniny, nicméně uvedené vložky bazických hornin v ojedinělých případech značně ovlivňují genezi půd.

PODNEBÍ

Vegetační stupeň smrko-bukový je vytvořen v jižní části Šumavy, hlavně v pásmu 800–1000 m. V nadmořské výšce 700 m je standardní průměrná roční teplota 6 °C a ve výškovém intervalu po 100 m klesá vždy o 0,5 °C, takže v nadmořské výšce 800 m je standardní průměrná roční teplota 5,5 °C, v 900 m 5 °C a v 1000 m 4,5 °C. Skutečné teploty jednotlivých míst se však často liší od těchto hodnot, protože na změně meteorologických prvků se uplatňuje nejen výškový efekt, nýbrž i tak zvaný reliéfový efekt, který dává meteorologickým prvkům jiný chod. Z těchto důvodů se uvádí průměrné měsíční a roční teploty několika významnějších stanic v různých částech zkoumaného území (tabulka I).

Smrko-bukový stupeň se vyskytuje v chladné oblasti, která je charakterizována tím, že červencová teplota nedosahuje 15 °C. Souvislejší mrazové období začíná průměrně 15. listopadu a končí 19. března, takže období fyzické zimy trvá 124 dní. Vegetační období s denní průměrnou teplotou nad 5 °C začíná průměrně 22. dubna a končí 14. října, takže trvá 175 dní. Minimální teplota ve vyšších polohách jižních Čech může dosáhnout –30 °C.

Roční průměrné atmosférické srážky jsou v rozmezí 694–997 mm. Toto značné rozpětí je místy způsobeno dešťovým stínem pohraničních hor. Nejdeštivějším obdobím je léto. Pro vegetaci mají zde stejně důležitý význam i srážky v období vegetačního klidu, neboť většinou spadnou v podobě sněhu, takže při pozvolném tání je zajištěna zásoba vláhy pro sušší jarní měsíce. Langův dešťový faktor je v Černé 154, ve Sv. Tomáši 201, v Zátoni 151, na Kleti 160, ve Volarech 196. Relativní vzdušná vlhkost se pohybuje mezi 70–80 %. Datum začátku a konce sněhové pokrývky se zhruba shoduje s nástupem a koncem denních teplot 0 °C.

Klimaticky patří zkoumané území do oblasti mírně chladné (podle Končeckovy klasifikace) s červencovou teplotou 12–16 °C. Tato část Šumavy má průměrné roční množství srážek 780 mm, relativní vlhkost vzdušnou asi 75 % a průměrnou teplotu 4,8 °C.

PŮDNÍ POMĚRY

Půda představuje neživou složku lesní biogeocenózy. Výsledkem pedologického průzkumu, který je součástí komplexního typologického výzkumu a průzkumu lesa je nejen všestranné získání poznatků o analyzované půdě, ale i vzájemných vztahů neživého prostředí k příslušné přirozené

I. Tepelné a vlhkostní poměry smrko-bukového stupně. — Thermal and humidity situation in spruce-beech zone

Průměrné měsíční a roční teploty (1876—1950) ve °C																	
stanice	nadmořská výška v m	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok			
N. Dvůr-Zdíkov	861	−2,7	−3,3	0,4	4,8	10,0	13,0	14,7	13,9	9,9	6,0	0,9	−2,2	5,5			
Volary	737	−6,0	−4,9	−1,5	3,7	9,7	12,4	14,6	13,9	9,8	4,8	0,1	−4,4	4,4			
Kleť	1085	−4,8	−3,4	−0,2	3,8	9,4	11,9	13,8	13,4	10,0	4,8	0,2	−2,9	4,7			
Sv. Tomáš	990	−4,7	−3,3	−0,2	3,8	9,5	12,2	14,5	13,9	9,8	4,4	0,0	−3,7	4,7			
Černá	725	−5,4	−3,8	−0,4	4,1	9,4	12,4	14,0	13,3	9,7	4,6	−0,3	−3,5	4,5			
Průměrná teplota	800	−3,1	−2,8	0,8	4,7	10,1	13,0	14,7	13,7	10,5	5,8	0,5	−2,0	5,5			
Podle nadmořské výšky	1000	−3,9	−3,6	−0,4	3,5	8,8	11,8	13,5	12,6	9,5	5,0	−0,5	−2,8	4,5			
Délka mrazového a vegetačního období																	
stanice	průměrná teplota vegetačního období v °C	počátek a konec mrazového období = <0 °C		počet dnů	začátek a konec vegetační činnosti = <5 °C		počet dnů	začátek a konec plné vegetační činnosti = <10 °C		počet dnů							
N. Dvůr-Zdíkov	10,7	19,11		12,3	113	16,4	16,10	183	15,5	11,9	119						
Volary	9,8	16,11		25,3	131	22,4	14,10	176	16,5	14,9	122						
Kleť	9,6	17,11		16,3	120	22,4	10,10	171	18,5	16,9	127						
Sv. Tomáš	9,7	14,11		17,3	124	22,4	11,10	204	19,5	13,9	118						
Černá v Pošumaví	9,6	13,11		18,3	126	20,4	13,10	208	19,5	22,9	117						
Úhrn srážek v mm (1876—1950)																	
stanice	nadm. výška m	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok	v období vege- tačním 4+10		chlad- ném 11—3
Čes. Žleby	932	70	69	66	64	81	115	122	105	89	81	57	78	997	657	340	
Volary	757	56	51	51	64	81	105	113	101	70	56	45	70	863	590	273	
Zátoň	790	46	44	45	53	83	84	102	81	65	55	45	51	754	523	231	
Kleť	1085	34	44	41	55	89	98	106	89	71	52	30	42	751	560	191	
Sv. Tomáš	990	56	55	52	66	97	111	133	105	80	69	53	66	943	661	282	
Černá	725	43	32	37	46	78	85	101	79	61	46	37	49	694	496	198	

biogeocenóze. V této práci byla řešena tato problematika při stanovení lesních typů v smrko-bukovém stupni jižní části Šumavy.

V klasifikaci půdy není dosud jednotnost a při značném počtu známých půdních typů a subtypů není vždy zařazení půdy do určitého systému lehké (S c a m o n i 1955). K půdní klasifikaci byla použita systematika u skupin půdních typů J. P e l í š k a (1964) a pouze v případech, kde nebylo dobře možno tohoto systému použít, bylo zařazení provedeno podle K u b i e n y, L a a t s c h e, M ü c k e n h a u s e n a a E h w a l d a

II. Zastoupení půdních typů a nižších taxonomických jednotek ve smrko-bukovém stupni jižní části Šumavy. — Proportion of soil types and lower taxonomics units in spruce-beech zone in the southern part of Bohemian Forest

Půdní typ podle Pelíška	Subtyp	Forma půdního typu a subtypů	Půdní varieta podle Houby	Soubory lesních typů
horský humusový podzol	výrazný výrazný	silně oglejený		6N, M 6P
horský podzol humosoželezitý	výrazný			6M
podzol glejový		rašelino-humózní		6P, Q
rezivá lesní půda	okrovorezivá		oligotrofní hnědozem	6M, K
okrová lesní půda	rezivookrové			6K
	horská okrová lesní půda			6K, N
	pseudoglejová hnědozem (Houba)			6I
	horská okrová	humózní	mezotrofní hnědozem	6B, S
	horská hnědo-okrová	humózní		6S, D
		silně oglejená		6O
	horská okrová	humózní slabě oglejená středně oglejená	eutrofní hnědozem	6D 6D
čokoládově hnědá lesní půda		výrazná		6B, D
		silně oglejená		6V
	čokoládově hnědá přechodná			6F
pseudoglej	pravý pseudo-			6O
glej	glej			
	glej	humózní		6V
		rašelino-humózní		6O
	semiglej	s G-hor. středně hluboko pod povrchem		6O
ranker (Houba)	pravý ranker		mullový ranker	5J, A
			trouchový ranker	6N
	šedý ranker			6Z
	hnědý ranker			6Y, N
	podzolový ranker			6Y, N

v interpretaci A. Houby (1970). Mezi uvedenými jednotkami a lesními typy existuje určitá závislost, a proto jsou zároveň v přehledu uvedeny zastoupené soubory lesních typů.

Ve smrko-bukovém vegetačním stupni jižní části Šumavy jsou zastoupeny půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky uvedené v tabulce II.

SKUPINA PODZOLŮ

Horské humusové podzoly výrazně jsou nepatrně rozšířeny a jsou částečně popsány z Vyšebrodských hor (Pišta 1971).

Horský humusový podzol výrazně silně oglejený je rozšířen místy hlavně ve spodní části smrko-bukového stupně, zvláště na Kleti, v polesí Nový Dvůr (42k, 69t), Hořice v nadmořské výšce 750–800 m. Geneticky jsou vázány na plošiny a mírně svážné úžlabiny. Horizont A_{2g} je v hloubce 18–65 cm. Výrazná podzolizace má za následek tvorbu těžko propustných spodin, silně oglejených, mramorovitě rezivě zbarvených.

Výrazný podzol silně oglejený v polesí Nový Dvůr 42k (reliéf pravidelně svážný, 750 m n. m., exp. V, 7°, lesní typ 6P, sm₁₀, bonita 5):

A ₀₁	0— 2 cm	jehličnatý opad;
A _{02, 3}	2— 9 cm	tmavě hnědý surový humus;
A ₁	9— 24 cm	kávově hnědá, slabě písčitohlinitá, čerstvě vlhká;
A _{2g}	24— 65 cm	světle šedá, četné tmavě rezivě šmouhy a bročky, hlinitopísčité zemina, slabě šterkovitá, čerstvě vlhká;
B _g	65—130 cm	světle šedá a rezivá hlína, slabě šterkovitá (5 %), slehlá, vlhká.

Jsou to půdy velmi hluboké, písčitohlinité až hlinité se slehlými, neprovzdušenými, vlhkými, studenými spodinami. Na tomto typu jsou rozšířeny kyselé smrkové jedliny metlicové.

Glejové podzoly jsou útržkovitě rozšířeny v terénních pokleslinách, kde dochází k hromadění srážkové i podzemní vody a ke značným změnám vodního režimu v půdním profilu během roku.

Rašelinohumózní glejový podzol v polesí Přečín 6b/760 m, velmi mírně svážná plošina, V, 3°, lesní typ 6P, bon. stup. sm 5):

A ₀₁	0— 1 cm	jehličnatý opad;
A _{02, 3}	1— 9 cm	hnědočerný mokrý surový humus bez struktury;
A ₁	9— 14 cm	kávově hnědá hlína vlhká;
A _{2g}	14— 30 cm	světle žlutošedá hlinitopísčité, slabě oglejená;
BG ₁	30— 63 cm	světle šedá a tmavěji rezivá, četné rezivě šmouhy, písčitohlinitá, vlhká, slehlá;
BG ₂	63—120 cm	světle šedá, místy rezivá hlína, slabě šterkovitá, slehlá, mokrá.

Jsou to půdy hluboké, písčitohlinité a hlinité, slehlé s mokkými spodinami. Na tomto typu jsou rozšířeny kyselé a chudé smrkové jedliny.

SKUPINA HNĚDÝCH LESNÍCH PŮD

Vzhledem k tomu, že ve zkoumaném území silně převládá různě svažité terén s menším zastoupením plošin a úžlabin, je tato skupina lesních půd nejvíce rozšířena. Pelíšek (1971) zahrnuje sem jako půdní typy hnědozemní půdy okrové, rezivé a čokoládově hnědé. Ve vztahu k les-

III. Zrnitost, kyselost, humus a sorpční komplex. — Granularity, acidity, humus and exchange complex

Hloubka cm	Jemnozemi-frakce %				Skelet	H ₂ O pH	KCl	CaCO ₃	Humus	Sorpční komplex		
	I	II	III	IV						S	T	V
Zdikov 27i lesní typ 6K ₁ — horská okrová lesní půda												
1—2,5	humus					5,05	3,56	—	23,78	nebyl stanoven		
2,5—5	humus					5,24	3,55	—	37,74	14,8	123,2	12,01
5—11	8,88	16,52	41,84	32,76		5,10	4,00	—	9,92	1,5	38,7	3,87
11—20	17,24	9,44	37,40	35,92	5	4,88	4,16	—	8,16	1,6	26,5	6,03
20—30	18,56	15,28	31,68	34,48	18	5,18	4,54	—	3,87	1,7	17,3	9,82
30—60	18,44	18,68	24,04	38,84	25	5,30	4,76	—	2,79	-0,4	9,1	—
60—110	15,72	14,32	19,72	50,24	70	5,47	4,74	—	0,82	-1,1	4,3	—
Zdikov 20h-6K ₁ — rezivá lesní půda přechodná												
0—4	humus					5,07	3,72	—	37,74	7,3	114,5	6,37
4—7	humus					4,83	3,55	—	45,49	6,9	139,3	4,95
7—15	9,16	4,72	50,08	36,04		4,73	3,86	—	5,37	0,7	22,4	3,12
15—50	13,80	8,08	24,00	54,12	—	5,46	4,40	—	1,44	-0,1	7,3	—
50—90	8,64	8,48	27,88	55,00	—	5,60	4,19	—	0,87	-0,4	5,2	—
90—120	5,20	1,28	38,48	55,04	5	5,85	4,22	—	0,20	0,2	3,0	6,66
Kubova Huť 011d-6B ₁ — humózní okrová												
1,5—3	humus					5,82	4,50	—	25,64	14,2	59,0	24,06
3—13	9,28	6,16	46,56	38,00	3	5,33	4,26	—	5,06	8,0	70,4	11,36
13—26	26,20	10,24	35,76	27,80	5	5,50	4,42	—	2,84	2,1	12,6	16,66
26—58	13,56	11,16	37,64	37,64	30	5,56	4,60	—	1,03	0,6	6,9	8,69
58—100	18,32	15,36	21,12	45,20	20	5,76	4,50	—	1,18	0,7	5,6	12,50
Lipka 20k-6F ₁ — čokoládově hnědá přechodná												
2—5	humus					5,70	3,88	—	28,43	7,8	70,2	11,11
5—13	17,32	10,72	21,12	50,84		5,38	4,17	—	9,84	3,4	18,3	18,57
13—50	9,92	5,04	46,48	38,56	50	5,26	4,40	—	5,17	2,7	13,2	20,45
50—65	10,20	12,44	36,08	41,28	50	5,76	4,47	—	3,20	1,2	8,6	13,95
65—80	11,84	11,48	27,08	49,60	60	6,02	4,36	—	1,49	2,5	7,9	31,64
Přečin 7a-6D ₁ — hnědookrová												
1—3	humus					6,07	4,50	—	24,81	7,0	13,90	50,36
3—6	humus					5,48	4,50	—	8,54	7,2	23,12	31,14
6—33	27,70	15,50	20,05	36,75	3	5,60	4,30	—	3,10	5,9	17,97	32,83
33—48	22,25	17,00	18,45	42,30	5	5,78	4,48	—	0,93	2,7	10,05	26,86
48—110	11,40	30,30	27,85	30,95	7	6,00	4,26	—	1,03	6,1	13,10	46,56
Kubova Huť 09c-6A ₃ — mullový ranker (podle Ehwalda)												
6—50	2,64	2,32	75,20	19,84		5,93	5,60	—	35,12	37,4	75,4	49,6
50—65	6,24	3,64	52,12	38,00		4,70	4,68	—	12,92	12,2	29,9	40,8
Zdikov 1b-6V ₁ — humózní glej												
2—3	humus					5,80	4,66	—	48,59	nebyl stanoven		
3—5	humus					5,53	4,10	—	37,22	11,2	72,8	15,38
5—15	21,08	12,16	22,76	44,00		6,00	4,79	—	2,61	10,8	17,3	62,42
15—45	37,92	8,00	14,08	40,00		6,30	5,02	—	0,59	8,3	10,8	62,42
45—95	18,44	14,08	20,84	46,64		5,98	4,94	—	0,54	7,0	9,3	75,26
95—120	27,76	14,40	12,60	45,24		5,94	4,43	—	0,82	9,3	12,8	72,65

ním biocenózám vykazují značně širokou amplitudu. Podrobněji byly rozlišeny podle morfologie profilu, formy humusu, vodního režimu, chemického rozboru a pomocí fytoocenologické indikace. Podle trofnosti je třídí Kubišna v interpretaci A. Houby na oligotrofní, mezotrofní a eutrofní hnědozemě.

Oligotrofní hnědozemě

Rezivé lesní půdy jsou v okrsku kyselých smrkových bučin málo rozšířeny. Ve školním polesí Vimperk 68b (990 m, V, 15°, lesní typ 6K₁, bonita 4,5) má tuto stratigrafii a morfologii:

A ₀₁	0—2 cm	jehličnatý opad;
A ₀₂	2—4 cm	tmavě hnědá drť lehce rozpadavá;
A ₀₃	4—9 cm	tmavě hnědá, práškovitá, čerstvě vlhká měl;
A	9—15 cm	tmavě kávově hnědá, písčitohlinitá, čerstvě vlhká;
(B) ₁	15—65 cm	sytě rezivá, písčitohlinitá, šterkovitá, čerstvě vlhká;
(B) ₂	65—90 cm	tmavěji okrová, slabě hlinitopísčitá, šterkovitá (20 ‰), mírněji vlhká.

Sem přísluší též rezivá lesní půda v polesí Včelná 22r, kterou popsal J. Pelíšek (1958).

Okrovorezivé a rezivookrové lesní půdy vznikly na minerálně chudých rulách a svorech. Tyto půdní subtypy osidluje chudé, kyselé a kamenité smrkové bučiny. Bonitní rozptyl je velmi široký.

Slabě hlinitopísčité, šterkovité (drolinovité) půdy zauímají chudé smrkové bučiny. V polesí Plánička 65d (765 m, pahorek, J, 6°, svorová rula, lesní typ 6M₂, bonitní stupeň borovice 7) má půda tuto morfologii a stratigrafii:

A ₀₁	0 — 1,5 cm	jehličnatý opad;
A ₀₂	1,5—3 cm	tmavě hnědý hrubý surový humus;
A ₀₃	3 — 4 cm	šedohnědá měl;
A	4 —11 cm	světle kávově hnědá, písčitohlinitá, kyprá, čerstvě vlhká;
(B) ₁	11 —36 cm	žlutorezivá, hlinitopísčitá, šterkovitá (15 ‰), čerstvě vlhká, velmi kyprá;
(B) ₂	36 —80 cm	světle hnědá, slabě hlinitopísčitá, šterkovitá (15 ‰);
Cd	80 + cm	téže barvy, písčitá, silně šterkovitá.

Formou humusu je v tomto profilu surový moder. Je to půda velice vysychavá. Fytocenózu tvoří téměř souvisle *Vaccinium vitis idaea*. Brusinkový typ vznikl místy uměle z typu borůvkového, svědčí o tom větší rozptyl bonit (7 + — 9). Degradace pokračuje zde dále vlivem borové monokultury. Limitujícím činitelem je nedostatek půdní vlhkosti a živin. Hlavní ekonomickou dřevinou zůstane i v budoucnu borovice, ale ve směsi s bukem. Předpokládá se, že buk při zastoupení 30—40 % zastaví nepříznivě působící vlivy, zlepší kvalitu humusu a zvýší retenční schopnost lehce vysychavé půdy. Na rezivých a rezivookrových lesních půdách vlhkostně mnohem příznivějších a středně zásobených živinami jsou vytvořeny kyselé smrkové bučiny. Porosty dosahují normální výšky a středních bonit.

Okrovorezivá lesní půda v polesí Včelná 23f₄ (960 m n. m., J, svah 30°, lesní typ 6k₁, bon. stupeň 5) má tento profil:

A ₀₁	0 — 2 cm	jehličnatý a listnatý opad;
A ₀₂	2 — 4 cm	trough;
A ₀₃	4 — 7 cm	tmavě hnědá měl;
A	7 — 12 cm	tmavě hnědá, písčitohlinitá, práškovitá, čerstvě vlhká;
(B)	12— 85 cm	žlutorezivá, hlinitopísčitá, slabě šterkovitá, čerstvě vlhká, velmi kyprá;
Cd	85—110 cm	světle okrová, hlinitopísčitá, kamenitá (85 %).

Podle rozboru je to půda hlinitopísčitá, slabě šterkovitá s kamenitou spodinou. Reakce ve vodním výluhu je kyselá, v nKCl silně kyselá; v celém profilu je půda nevápnitá. Podle obsahu humusu je nutno označit půdu horizontu A₀ jako silně humusovou, horizontu A silně humózní a horizontu (B) středně humózní. Mocnější vrstva pokryvného humusu a zastoupení subhorizontů svědčí o surovém humusu mělovém. Kvalitu humusu možno též posoudit podle poměru C/N. Poměr C/N vrstvy 2–4 cm 25,7 a vrstvy 4–7 cm 32,8 svědčí o silně váznoucí humifikaci. Výsledné označení humusové formy bude rašelinný surový moder (vzhledem k vysokému podílu rozpustného humusu v horizontu A₀). Podle sorpční nasycenosti V je to půda velmi mírně nasycená (V 10,93 %). Horizont A je výrazně nenasyčený. Půda je v průměru chudá vápníkem a kyselinou fosforečnou a středně bohatá draslem. Půdní komponenty rozpustné v HCl svůj obsah směrem do spodiny zvyšují. Ve spodině obsah seskvioxidů mírně poklesá.

Horská okrová lesní půda v polesí Zdíkov 27i (1095 m n. m., JV, 15°, lesní typ 6K1, bonitní stupeň sm 4) má tento profil:

A ₀₁	0 — 1 cm	jehličnatý a listnatý opad;
A ₀₂	1 — 2,5cm	tmavě hnědý hrubý surový humus;
A ₀₃	2,5— 5 cm	hnědočerná plastická měl;
A	5 — 11 cm	kávově hnědá, písčitá, čerstvě vlhká;
(B) ₁	11 — 20 cm	žlutohnědá, hlinitopísčitá, slabě šterkovitá;
(B) ₂	20 — 30 cm	sytě okrová, hlinitopísčitá, šterkovitá (20 %), kyprá, čerstvě vlhká;
(B) ₃	30 — 60 cm	světleji okrová, hlinitopísčitá, šterkovitá (25 %), ztvrdlá;
Cd	60 —110 cm	téže barvy, hlinitopísčitá, kamenitá (70 %), ztvrdlá.

Je to půda hluboká, hlinitopísčitá se silně šterkovitou až kamenitou spodinou, kyselá, nevápnitá, výrazně nenasyčená. Podle obsahu humusu je půda v horizontu A₀ humusová, v horizontech A (B)₁ 5–20 cm humózní, (B)_{2,3} (20–60 cm) středně humózní a teprve v horizontu Cd (60–110 cm) slabě humózní. Mocná vrstva pokryvného humusu a zastoupené subhorizonty svědčí o surovém humusu mělovém. Horskou hnědozem charakterizuje zde mohutnější vrstva surového humusu, zvýšený obsah humusu v celém profilu a tmavě okrové zbarvení horizontu (B).

Tyto hnědozemní půdy lehčího mechanického rázu jsou velmi dobře provzdušněné a propustné pro vodu a vzduch, středně zásobené humusem, s menším obsahem rostlinných živin, zejména vápna. Jsou citlivé na hospodářské zásahy a rychleji podléhají degradačním účinkům stanovištně nevhodných dřevin. Výraznější podzolizace se neprojevila proto, že dnešní porosty jsou teprve první nebo druhou generací po pralese a také proto, že holopasečení a pastva dobytka zde ve větším rozsahu nebyly prováděny. Nebezpečí degradace zde snižuje dostatečná příměs buku a jedle a většinou mírně svažitý terén.

IV. Analytická data některých půdních profilů. — Analytical data of some soil profiles

Hloubka cm	Jemnozerní frakce %				Skelet	pH H ₂ O	nKCl	CaCO ₃	Hu- mus	N cel- kový %	Celkový sorpční komplex			Výluh 20% HCl					
	I	II	III	IV							S	T	V%	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
Včelná 23f ₁ oligotrofní horská lesní půda — 6K ₁																			
2— 4	humus					5,24	3,53	—	42,39	1,639	17,6	112,0	15,71	0,064	2,863	0,154	0,198	0,102	0,175
4— 7	humus					5,24	3,42	—	54,80	1,672	19,4	141,4	13,71	0,171	2,755	0,113	0,164	0,093	0,175
7— 12	21,12	17,96	37,60	23,32		5,42	3,96	—	11,16	0,597	1,5	49,9	3,57	7,428	4,777	0,143	0,370	0,194	0,043
12— 85	16,68	12,28	37,08	33,96	15	5,50	4,42	—	3,51	0,124	1,4	12,8	10,93	9,713	6,450	0,147	0,427	0,216	0,042
85—110	17,96	13,92	18,28	49,84	85	6,04	4,20	—	1,03	0,057	2,9	8,7	33,33	9,098	6,113	0,253	0,458	0,318	0,054
Lenora 6a ₁ již. mezotrofní horská okrová lesní půda — 65 ₁																			
2— 3	humus					4,30	3,95	—	34,63	1,257	—	—	—	0,411	1,409	0,335	0,084	0,108	0,198
3— 5	humus					3,81	3,70	—	27,91	0,910	14,4	125,5	11,85	0,426	2,760	0,221	0,239	0,097	0,132
5— 8	14,40	19,52	30,94	35,14		4,00	3,81	—	5,22	0,219	0,6	22,4	2,68	4,628	4,875	0,120	0,741	0,220	0,052
8—30	14,36	21,24	26,00	38,40	15	4,90	4,70	—	2,66	0,054	0,9	11,3	7,96	5,351	6,905	0,112	1,264	0,360	0,041
30—53	6,02	16,80	20,56	56,62	15	5,28	4,79	—	1,45	0,033	2,1	10,2	20,59	5,401	7,669	0,131	1,278	0,431	0,041
53—90	8,24	19,20	18,36	54,20	80	5,53	4,80	—	1,35	0,022	2,0	8,6	23,53	5,016	7,505	0,101	1,217	0,464	0,043
Lenora 6a sev. glejová horská hnědozem — 6V ₂																			
2 — 3,5	humus					4,79	4,53	—	42,39	1,041	52,8	106,7	49,48	1,423	3,494	0,226	0,566	0,199	0,171
3,5— 5	humus					5,02	4,77	—	28,95	0,999	31,4	74,8	41,97	1,810	3,461	0,272	0,534	0,203	0,130
5 — 25	7,90	10,80	31,10	50,20	55	5,00	4,65	—	5,22	0,295	9,6	20,5	46,83	2,664	4,590	0,236	0,750	0,248	0,085
25 — 55	9,40	11,70	20,00	58,90	40	5,41	4,62	—	1,26	0,056	3,5	8,3	42,17	2,719	3,732	0,160	0,773	0,262	0,055
55 — 120	8,80	21,70	16,60	52,88	40	5,49	4,71	—	0,91	0,041	3,0	6,7	44,77	5,258	5,956	0,154	1,227	0,437	0,037
Vltava 25d oglejná hnědozem — 6i																			
2 — 9,5	humus					4,65	3,90		54,80	1,634	9,8	46,30	21,16	—	2,103	0,827	0,005	0,064	0,138
9,5— 11,5	30,10	28,40	31,10	10,40		4,82	4,09		26,88	0,913	0,5	20,00	2,50	1,127	5,133	0,621	0,079	0,122	0,091
11,5— 20,5	22,00	33,05	29,50	15,45		5,18	4,44		4,34	0,722	1,3	20,90	6,22	3,045	5,707	0,765	0,218	0,203	0,034
20,2— 38	36,28	31,08	16,48	16,16		5,53	4,78		1,74	0,206	2,0	14,25	14,10	4,074	5,781	0,501	0,447	0,254	0,043
38 — 60	13,68	33,32	28,96	24,04		6,03	4,84		0,77	0,045	1,9	10,30	18,44	4,317	5,417	0,928	0,484	0,285	0,034
60 — 102	19,80	28,08	19,36	32,76		6,52	4,54		0,31	0,040	6,4	12,17	52,59	5,294	7,471	1,102	0,611	0,706	0,021
102 — 120	30,64	28,52	16,60	24,24		6,54	4,61		0,46	0,029	11,9	16,27	73,20	6,279	0,981	0,889	0,530	0,678	0,024

Jako subtyp možno sem zařadit pseudoglejovou hnědozem. Tato půda se vyznačuje vyšším stupněm oglejení a geneticky má blízko k pseudogleji. Zesvětlení horizontu (B) je známkou počínajícího vývoje vyluhovaného pseudoglejového horizontu g. Tento subtyp osidlují uléhavé smrkové bučiny (6I). Při vylíšení této půdy by bylo třeba podrobnějšího kritéria, aby se zamezilo subjektivním vlivům při jeho vylísování. *Luzula pilosa*, která se uvádí na tomto subtypu jako význačný druh, je v širším území Rychnova nad Malší rozšířena na velmi kyprých okrových lesních půdách, takže není spolehlivým ukazatelem uléhavých půd.

Mezotrofní horské hnědozemě

Hnědozemní půdy zahrnují při svém širokém rozmezí i půdy průměrné a nadprůměrné úrodnosti. V některých případech se podobají oligotrofním okrovým a rezivým lesním půdám a není možno je přesně pedologickými metodami zachytit. Odlišuje je různá dynamika podmínek úrodnosti, pro kterou není analytický materiál dosti průkazný. Tyto jednotky byly stanoveny fytoocenologickou indikací.

Humózní okrová lesní půda má pod smrkovou bučinou mařinkovou v polesí Kubova Huť O11d (950 m n. m., J. svah 20°, bonitní stupeň 4, lesní typ 6B1) tento profil:

A _{o1}	0 — 1 cm	slehlý listnatý opad;
A _{o2}	1 — 1,5 cm	lehce rozpadavý trouch;
A _{o3}	1,5 — 3 cm	hnědočerná měl;
A	3 — 13 cm	tmavě hnědá, písčítá, slabě šterkovitá, čerstvě vlhká, krupičkovitá;
(B) ₁	13 — 26 cm	tmavě okrová, písčitohlinitá, slabě šterkovitá, krupičkovitá, vlhká;
(B) ₂	26 — 58 cm	okrová, hlinitopísčítá, šterkovitá, slehlá, čerstvě vlhká, prokořenění buku bohaté do 60 cm;
Cd	58 — 100 cm	světle okrová hlinitopísčítá, slabě šterkovitá, slehlá.

Je to půda převážně hlinitopísčítá, slabě šterkovitá, mírně kyselá a mírně nasycená. Horizont A i (B)₁ do 26 cm jsou středně humózní, spodní část profilu je mírně humózní. Podle zastoupených subhorizontů a mírně kyselé reakce je formou humusu mělový moder.

V polesí Lenora 6a1 (870 m n. m., V, 13°, bon. stupeň sm 1, lesní typ 6S2) má půda tento profil:

A _{o1}	0 — 2 cm	jehličnatý opad;
A _{o2}	2 — 3 cm	tmavě hnědý trouch;
A _{o3} /A _h	3 — 5 cm	černohnědá práškovitá měl;
A	5 — 8 cm	tmavě kávově hnědá, hlinitopísčítá, práškovitá,
(B) ₁	8 — 30 cm	tmavě okrová, hlinitopísčítá, slabě šterkovitá (15 %), čerstvě vlhká, velmi kyprá;
(B) ₂	30 — 53 cm	tmavě okrová, písčítá, slabě šterkovitá (15 %), kyprá;
Cd	53 — 90 cm	světlejší, písčítá, kamenitá (80 %).

Je to půda převážně písčítá, středně kyselá, výrazně nenasyčená, v horizontu A a (B)₁ extrémně sorpčně nenasyčená. V průměru je poměrně chudá vápnem, fosforem, středně bohatá draslem a bohatá hořčíkem. Podle Pelíška (1971) je to horská okrová lesní půda. Vzhledem k tomu, že tato půda je neustále mírně obohacována prosakující svahovou vo-

dou, dosahuje zde smrk s jedlí 36 m výšky ve 120 letech, takže i když je to půda převážně nenasycená, tvoří přechod k půdám, které osidlují bohaté smrkové bučiny.

Humózní hnědookrová lesní půda v polesí Zátoň 5a2 (1100 m n. m., V, svah 20°, lesní typ 6S1) má tento profil:

A _{o1}	0— 2 cm	listnatý opad;
A _{o2}	2— 4 cm	černohnědý mullový moder;
A _{o3} /A _h	4— 9 cm	černohnědý mydát, čerstvě vlhký;
A	9— 26 cm	kávově hnědá, písčitohlinitá, slabě štěrkovitá (15 %) čerstvě vlhká, krupičkovitá;
(B) ₁	26— 43 cm	okrově hnědá hlinitá, štěrkovitá (20 %), čerstvě vlhká;
(B) ₂	43— 70 cm	světle okrová, písčitohlinitá, štěrkovitá (40 %), kyprá, čerstvě vlhká;
Cd	70—100 cm	okrová, naředlá, písčitá, kamenitá (70 %).

Tato půda je v průměru písčitohlinitá s bohatým obsahem živného humusu, středně až mírně kyselá (pH 5,5) kyprá, čerstvě vlhká, chudá dusíkem (0,012 %) a vápníkem (průměrně 0,09 %), středně bohatá draslem (0,2 %) a bohatá kyselinou fosforečnou (0,1–0,2 %). Podrobně půdy z rezervace Boubín popsal Pelíšek (1958).

V typické kyčelnicové smrkové bučině (6D5) v polesí České Žleby 22e (880 m n. m., SV, 25°, nepravidelný svah) má humózní hnědookrová lesní půda, kde *Dentaria enneaphyllos* v jarním aspektu pokrývá asi 40 % plochy, tuto stratigrafii:

A _{o1}	0— 3 cm	listnatý opad a drf;
A _h	3— 20 cm	šedočokoládově hnědá hlína, slabě štěrkovitá (5 %);
A/(B)	20— 50 cm	čokoládově hnědá hlína, slabě štěrkovitá (15 %);
(B)	50—100 cm	okrová, hlinitopísčitá, slabě štěrkovitá (20 %), krupičkovitá, čerstvě vlhká;
(B)/Cd	100—130 cm	světlejší, hlinitopísčitá, slabě štěrkovitá (20 %), čerstvě vlhká, krupičkovitá.

Formou humusu je v tomto profilu typický mull.

Sem možno zařadit těž horskou okrovou lesní půdu silně oglejenou. V Sklářském lese pod Boubínem v porostu 5S (880 m n. m., Z, 8°, lesní typ 6O3), kde zaujímá na podsvahovém deluviu větší souvislou rozlohu, má tento profil:

A _{o1}	0 — 1,5 cm	černohnědý mělový moder, vlhký;
A	1,5—20 cm	tmavě hnědá, písčitohlinitá, vlhká;
(B)	20 —45 cm	okrová, písčitohlinitá, slabě štěrkovitá (10 %), vlhká, kyprá, bez rezivých známek oglejení;
B _g	45 —+ cm	světleji okrová, slabě narezivělá, hlinitopísčitá, štěrkovitá, mokrá.

S ohledem na velmi produktivní stanoviště, je pěstování borových porostů na této půdě velmi ztrátové. Borovice tvoří široké letokruhy a špatně se čistí, takže poskytuje palivo.

Eutrofní hnědozemě

K této varietě možno zařadit horské okrové lesní půdy humózní, slabě a středně oglejené a čokoládově hnědé lesní půdy. Slabě oglejená horská humózní okrová lesní půda má slabě oglejený horizont asi v hloubce 60 cm:

pod povrchem. Svrchní část profilu má typický hnědozemní charakter. Tyto půdy osidlují hlavně smrkové bučiny devětsilové (6D2).

Profil v polesí Bobík 43c1 (825 m n. m., Z, 15°, svah, lesní typ 6D2) má tuto stratigrafii:

A _{o1}	0 — 0,5 cm	jehličnatý opad;
A _{o2}	0,5— 2 cm	černohnědá plastická měl v suchém stavu práškovitá;
A _h	2 —16 cm	kávově hnědá, písčitohlinitá, slabě šterkovitá, krupnatá, čerstvě vlhká;
(B) ₁	16 —36 cm	světleji hnědá, hlinitopísčitá, šterkovitá, vlhká;
(B) ₂	36 —63 cm	téže barvy, hlinitopísčitá, šterkovitá, slehlá, vlhká;
B _g	63 —+ cm	téže barvy, místy slabě rezivé skvrny, stejného složení.

V obohacené smrkové bučině netýkavkové (6D1) v polesí Přechín 7a (780 m n. m., SV, 3°) má středně oglejená humózní horská hnědozem tento profil:

A _{o1,2}	0— 1 cm	jehličnatý opad;
A _{o3}	1— 3 cm	hnědočerná plastická měl, po vysušení práškovitá;
A _{o3} /A _h	3— 6 cm	silně tmavě hnědý mydát;
A	6— 33 cm	tmavě žlutohnědá, písčitohlinitá, vlhká, velmi kyprá;
(B) ₁	33— 48 cm	světleji šedookrová, písčitohlinitá, slabě šterkovitá, drobtovitá, vlhká;
B _g	48—110 cm	téže barvy a místy bledě rezivá, hlinitopísčitá, slabě šterkovitá, vlhká, slehlá.

V povrchových horizontech do hloubky 48 cm je půda písčitohlinitá, hlouběji slabě hlinitopísčitá, mírně kyselá (pH 5,8). Povrchové horizonty jsou silně humózní, celkově je to půda středně až mírně humózní, středně nasycená. Formou humusu je mullový moder.

V této půdní varietě je dále zastoupena čokoládově hnědá lesní půda, a to jako půdní forma čokoládově hnědá lesní půda výrazná. Formou humusu v těchto půdách je mullový moder až typický mull. Souvisle je tento typ půdy rozšířen na Stožeckém vrchu pod obohacenými smrkovými bučinami netýkavkovými (6D1). Je to nejúrodnější horská hnědozem Jihočeského kraje, pod starými porosty, které představují vzor zdravého, biologicky vyváženého lesa. Porost tvoří smrk, jedle, buk, jilm a klen. Tyto dřeviny jsou zastoupeny téměř stejným dílem.

V polesí České Žleby 15 f (na vrcholu Stožeckého kopce u kaple, 940 m n. m., V, 10°, lesní typ 6D1) má profil tuto stratigrafii:

A _{o1}	0 — 1,5 cm	listnatá drť, místy holá půda;
A _h	1,5— 25 cm	šedočokoládová, slabě písčitohlinitá, krupičkovitá;
(B)	25 — 70 cm	téměř téže barvy, slabě písčitohlinitá, šterkovitá až kamenitá, kyprá, čerstvě vlhká;
Cd	70 —100 cm	světlejší, slabě písčitohlinitá, šterkovitá (40 %).

Je to půda v celém profilu neustále čerstvě vlhká. Formou humusu je typický mull. Opad zde tak rychle zetlivá a mineralizuje se, že místy je holá minerální zemina.

V polesí Kubova Huť 09f (1060 m n. m., J, 30°, lesní typ 6B1) dosahuje čokoládově hnědý horizont A(B) až do hloubky 40 cm. Smrk na této půdě dosahuje v 80 letech 30 m výšky a prvé bonity.

Jako další forma tohoto půdního typu vyskytuje se vzácně těž čokoládově hnědá lesní půda silně oglejená. V systematice

A. Houby je tato půdní jednotka označena jako glejová hnědozem. Silně prosakující svahová voda, bohatá kyslíkem, nemůže vyvolat v hlinitopísčité, šterkovité půdě redukční procesy, takže vlastní redukční glejový horizont není vytvořen.

V polesí Lenora 6a1 (880 m n. m., V, 10°, pravidelný svah, lesní typ 6V₂) má tento profil:

A ₀₁	0 — 2 cm	jehličnatý a listnatý opad;
A ₀₂	2 — 3,5 cm	tmavě hnědý trouch;
A ₀₃ /A _h	3,5 — 5 cm	tmavě hnědá plastická měl, po vyschnutí práškovitá;
A	5 — 25 cm	tmavě kávově hnědá, písčitá, silně šterkovitá (55 %);
(B)	25 — 55 cm	světle šedá, písčitá, šterkovitá (40 %), vlhká, středně slehlá;
B _g	55 — 120 cm	šedá, hnědošedá, slabě bledě rezivě skvrny, písčitá, šterkovitá (40 %), vlhká, slehlá.

Je to půda písčitá, silně šterkovitá, středně kyselá, sorpčně nenasyčená, hluboce prohumózněná, chudá vápnem, středně bohatá hořčíkem, draslem a fosforem. Z výměnných kationtů jsou nejvíce zastoupeny vápník a hořčík. Celková sorpční kapacita je v horizontu A₀₂ + A₀₃/A_h velmi vysoká, v horizontu A střední a hlouběji nízká. Ve vrstvě 3,5–5 cm mísí se měl s minerální půdou. Poměr C/N vrstvy 2–3,5 cm 23,63 svědčí o surovém humusu. Poměr C/N horizontu 3,5–5 cm 16,82 o mullovém moderu. Vzhledem k dobré zásobě dusíku ve vrstvě do 25 cm a k velmi úzkému poměru C/N v horizontu A je možno humusovou formu označit jako mullový moder. Půdní komponenty rozpustné v HCl svůj obsah do spodiny zvyšují. Vlastní akumulací horizont představuje vrstva 55–120 cm s výrazným maximem R₂O₃, MgO, K₂O. Na tomto půdním subtypu vyvinuly se vlhké smrkové bučiny devětsilové.

Čokoládově hnědá lesní půda přechodná je subtyp velmi vzácný. Nejlépe je tato půda vyvinuta v polesí Lipka 20k (1060 m n. m., S, 30°), 30 % plochy pokrývá hrubě balvanitá suť:

A _{01,2}	0 — 2 cm	jehličnatý opad a drf;
A ₀₃	2 — 5 cm	černohěný práškovitý mullový moder;
A	5 — 14 cm	čokoládově hnědá, hlinitopísčitá zemina, krupičkovitá;
A/B	15 — 50 cm	tmavě hnědá, hlinitopísčitá, silně šterkovitá;
(B)	50 — 65 cm	tmavě okrová, hlinitopísčitá, silně šterkovitá, kyprá, čerstvě vlhká;
Cd	65 — 80 cm	okrová, hlinitopísčitá, silně šterkovitá, slehlá.

Nadprůměrná úrodnost je způsobena mírně prosakující svahovou vodou přivádějící báze. Smrk dosahuje v 90 letech 31 m výšky a prvé bonity. Půda svrchních horizontů do 50 cm je kyselá, ve spodních horizontech mírně kyselá a v celém profilu mírně nasycená.

PSEUDOGLEJOVÉ PŮDY

Tato skupina půdních typů je rozšířena na plošinách, nejběžnějším půdním typem je pseudoglej. Rozhodujícím faktorem je omezený pohyb srážkové vody, která po určitou část roku v půdním tělese stagnuje. Příčinou vzniku tohoto typu jsou těžko propustné spodní horizonty. Pseudoglej indikují znaky střídavé redukce a oxidace. Tento typ má dosti širokou variabilitu ve výstavbě půdního profilu. Rozdíly jsou nejen ve stupni oglejení, ale také ve svrchních půdních horizontech a v jakosti humusu. Na tomto typu vznikly hlavně chudé smrkové jedliny. Celkem je tento typ ve

zkoumaném území vzácný, protože převládá různě svažité terén a lesní půdy jsou převážně lehčího mechanického rázu a také vlivem dostatečného množství atmosférických srážek dochází zřídka k silnému vysušování svrchních horizontů.

Pravý pseudoglej význačný charakteristicky vytvořeným popelavě šedým, středně kyselým výrazně nenasyčeným horizontem g s četnými drobnými železitomanganitými bročky byl popsán z Vyšebrodských hor (Pišta 1971).

GLEJOVÉ PŮDY

Tato skupina půdních typů je tvořena glejovými a semiglejovými půdami, které vznikají pod vlivem vysoko položené hladiny podzemní vody. Jejich charakteristickým znakem je mokrá až zbahnělý glejový horizont namodralé nebo šedavě zbarvený. Tento typ má rozmanité zrnitostní složení a různý podíl štěrku. Glejové půdy mají širokou ekologickou amplitudu a jejich produkční schopnost závisí hlavně na rychlosti pohybu podzemní vody. Výstavba půdního profilu je značně variabilní. Jako půdní formy jsou zastoupeny hlavně humózní a rašelinohumózní gleje.

Humózní glej v polesí Zdíkov 1b (820 m n. m., SV, 25°) má tento profil:

A ₀₁	0— 2 cm	jehličnatý a listnatý opad;
A ₀₂	2— 3 cm	hnědočerný humus s málo zachovalou strukturou, vlhký;
A ₀₃	3— 5 cm	hnědočerná měl;
A	5— 15 cm	běžová, naředlá, slabě písčitohlinitá, vlhká;
G ₀	15— 45 cm	světle běžová, četné rezivé skvrny, hlinitá, mokrá;
G ₀	45— 95 cm	sytě rezivá, místy světle šedá, hlinitopísčítá, mokrá;
G _r	95—120 cm	tmavě modrošedá, písčitohlinitá, mokrá.

Je to půda mírně kyselá, nevápnitá. Pokryvný humus tvoří mocnější vrstvu. Humusovou formu možno označit jako moder. Horizont A je mírně humózní, ostatní horizonty jsou slabě humózní. Je to půda dosti nenasyčená.

Semiglej jako půdní subtyp je nejčastěji zastoupen formou s horizontem G středně hluboko položeným pod povrchem. Tyto půdy osidlují podmačené smrčiny devětsilové a svěží smrkové jedliny.

RANKROVÉ PŮDY

Rankerové půdy tvoří skupinu kyselých půd vyvinutých na silikátových horninách příkrých svahů a kup. Jejich společným znakem je vysoký podíl skeletu. Ve zkoumaném území se vyskytuje jako půdní subtyp pravý ranker, dále šedý, hnědý a podzolový ranker. Tyto půdy tvoří ostrůvky, zřídka pokrývají souvislejší plochy. Nejvíce se vyskytují ve Vyšebrodských horách, v polesí Nové Domky a na různých místech Boubínského masívu.

Pravý ranker možno podrobněji dělit podle humusových forem na mělový ranker a trouchový ranker. Půdní varieta mělový ranker má mocně vyvinutý mělový horizont. Nejlepším příkladem je profil v polesí Kubova Huť 09c (lokalita Šeravský les, 1030 m n. m., JV, 30°, příkrý hrubě balvanitý svah, asi 35 % plochy pokrývá *Dryopteris filix mas*, sm₄ jdzbkzklzjl h.+, bonita sm 1, smrk a jedle dosahují ve 140 letech 33 m výšky):

A ₀₁	0—3 cm	listnatý opad;
A ₀₂	3—6 cm	tmavě hnědá drť;
A ₀₃ /A _h	6—50 cm	čokoládově hnědá, písčitá, kamenitá (80 %), silně humózní (13 %), čerstvě vlhká, krupnatá, hlouběji téměř skála.

Je to půda téměř kyselá, ve spodině středně kyselá, nevápnitá, středně nasycená (V 41—50 %). Tuto půdní varietu osidlují klenové smrkobučiny kapradinové a bažankové a též jilmové javořiny na příklad na Zátoňské hoře (Pišta 1972).

Trouchový ranker pod hradem Strážným na severovýchodním svahu má tento profil (4c2, 1000 m n. m., 20°, sm10, bon. 4, lesní typ 6N):

A ₀₁	0—2 cm	jehličnatý opad a větévky;
A ₀₂	2—4—15 cm	tmavě hnědá drť;
A ₀₃	4—50 cm	tmavě hnědý surový moder;
C		hlouběji souvislá hrubě balvanitá zpevnělá suť z různě velkých balvanů až vysokých kvádrů, téměř vedle sebe nakupených s nepatrným obsahem jemnozeme a droliny.

Šedý ranker tvoří přechod mezi syrozemí a rankerem. Jsou to velmi mělké kamenité půdy, lehce vysychavé. Tento půdní subtyp je málo rozšířen a osidlují jej zakrslé smrkové bučiny.

Nejrozšířenější jsou hnědé rankery a mnohem méně podzolové rankery. Jsou to půdy se silnějším chemickým zvětráváním a vyznačují se zřetelným půdotvorným procesem.

Hnědý ranker v polesí Včelná 27b2 (lokalita Putin 880 m n. m., SZ, vrchol kopce, 85 % plochy pokryto sutí, smjsd4bo1, 110 let, výška sm 34 m, lesní typ 6N, *Oxalis*) má tuto stratigrafii:

A _{01,2}	0—2 cm	jehličnatý opad částečně rozložený;
A ₀₃	2—4 cm	tmavě hnědý mělový moder, silně zmineralizovaný;
A	4—11 cm	čokoládově hnědá hlinitopísčitá, kyprá, čerstvě vlhká, prostoupená různě velkými kameny volně uloženými;
A/(B)Cd	11+cm	poněkud světlejší hlinitopísčitá čerstvě vlhká, většinou převládá hrubě balvanitá suť, která vystupuje až nad povrch.

Literatura

- HLAVÁČ, V.: Klimatografie Českobudějovického kraje. Neuveřejněná expertíza. 1951
- HOUBA, A.: Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky typologického průzkumu lesů. Cyklostil, 1970
- KODYM, O.: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. 1961, Strakonice
- KOLEKTIV: Atlas podnebí Československé republiky. 1958
- PELÍŠEK, J.: Půdy Boubínské pralesa a jeho okolí v oblasti Šumavy. Sb. ČAZV, 1958, č. 1, s. 21–38
- PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství. 1964, SZN Praha
- PELÍŠEK, J.: Výšková půdní pásmitost střední Evropy. 1966, ČAV Praha
- PELÍŠEK, J.: Lesnické půdoznalství (příručka pro cvičení). Brno, 1968, cyklostil
- PELÍŠEK, J.: Půdy lesních oblastí Šumavy (ČSSR). Lesnictví, r. 17, 1971, č. 8, s. 715–734
- PIŠTA, F.: Půdy a lesní typy Vyšebrodských hor. Lesnictví, r. 17, 1971, č. 4, s. 379–390

11. PIŠTA, F.: Lesní společenstva šumavského pralesa. Lesnictví, r. 18, 1972, s. 415-437
12. PIŠTA, F.: Smrčiny ve východní části Kvildských plání (Šumava). Lesnictví, r. 21, 1975, č. 6, s. 527-552
13. SCAMONI, A.: Einführung in die praktische Vegetationskunde. 1955, Berlin
14. SKALICKÝ, V.: Floristicko-fytogeografický výzkum Šumavy. Chráněná krajinná oblast Šumava. 7. Zpravodaj, 1968, 28-33

Došlo dne 7. 3. 1975

ПИШТА Ф. (Ceské Budějovice). Почвенные типы и более низкие таксономические почвенные единицы в елово-буковом поясе южной части Шумавы. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 163-184.

Работа посвящена подробной характеристике почв елово-букового пояса в южной части Шумавы. Геологическая основа состоит из силикатных рядов (гнейс, гранит, гранулит, кристаллический сланец). Исследуемая территория расположена в области с умеренно холодным климатом со средней температурой $4,8^{\circ}\text{C}$ и общими годовыми осадками приблизительно 780 мм.

Для почвенной классификации использовалась систематика Я. Пелишка (1964) и лишь в случаях, когда не удавалось использовать эту систему то использовалась система Кубиена, Лаатше, Эгвалда Мюкенгаусена в интерпретации А. Гоубы (1970).

В исследуемой территории наиболее расширены бурые лесные почвы (олиго, мезо и эфтрофные буроземы) и согласно Я. Пелишку, относятся к рыжим, охровым и шоколадным бурым лесным почвам. Подзолы имеются в небольшом количестве. Все эти почвенные единицы засажены елово-буковыми лесами. Псевдоглеявые почвы выделены в малом объеме на более плотных чаще всего глинистых почвах. Эти почвы относятся к елово-пихтовым насаждениям и в минимальном количестве уплотненным елово-буковым насаждениям. В плоских ложбинах глеевые и семиглеевые почвы. На минеральных более богатых почвах этого типа, с подвижной подземной водой с высоким уровнем, находятся преимущественно подтопленные елово-буковые насаждения. Остальные глеевые почвы находятся под елово-пихтовыми насаждениями. Ренкеры существуют лишь в виде островков и редко составляют сплошные площади.

почвенная классификация; почвенная систематика; почвенные единицы; елово-буковые насаждения

PIŠTA, F. (České Budějovice). Soil Types and Lower Taxonomic Soil Units in Spruce-Beech Zone in the Southern Part of the Shumava Mts. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 163-184.

The study deals with the detailed characterization of soils of spruce-beech zone in the southern part of the Shumava Mts. The bed is formed by silicate rocks (gneiss, granite, granulite, granodiorite, mica-schist). The area under investigation lies in a medium cold region with the average annual temperature of 4.8°C . It receives about 780 mm precipitation annually.

For the soil classification the system after J. Pelíšek (1964) has been used. The cases for which this system is not suitable have been classified after Kubiena, Laatsche, Ehwald and Mückenhausen in A. Houbá's interpretation (1970).

The most frequent soil types in the studied area are brown forest soils (oligo-, meso- and eutrophic brown forest soils) and after J. Pelíšek they belong to rusty-, ochre- and chocolate-colored brown forest soils. Podzols are rarely represented. All these soil units are covered by spruce-beech stands. Pseudogley soils have been eliminated, in a small extent, on rather compacting, mostly loamy soils. These soils belong to spruce-fir stands and to compacting spruce-beech stands to a small extent. Gley and semi-gley soils occur in flat hollows. On soil of that type, richer in minerals, with mobile ground water and high water level mainly waterlogged spruce-beech stands have been represented. Other gley soils are covered by spruce-fir stands. Rankers occur in patches only and they rarely form continuous areas.

soil classification; soil system; soil units; spruce-beech stands

PIŠTA, F. (České Budějovice). Die Bodentypen und die niedrigeren taxonomischen Bodeneinheiten in dem Fichten-Buchengrad des südlichen Teils von Šumava. *Lesnictví*, 23, 1977 (3) : 163-184.

Die Arbeit befaßt sich mit der ausführlicheren Charakteristik der Böden im Fichten-Buchengrad im südlichen Teil von Šumava. Den geologischen Untergrund bildet das Silikatgestein. (Gneis, Granit, Granulit, Granodiorit, Glimmerschiefer). Das untersuchte Gebiet liegt im mild kalten Gebiet mit Jahresdurchschnittstemperatur von 4,8 °C und mit Jahresgesamtniederschlägen etwa 780 mm.

Zu der Bodenklassifikation wurde die Systematik nach J. Pelíšek (1964) benutzt, und nur in den Fällen, wo dieses System nicht gut genug benutzt werden konnte, erfolgte die Einordnung nach Kubierna, Laatsche, Ehwald und Mückenhausen in der Interpretation von A. Houba (1970).

In dem untersuchten Gebiet sind am meisten die braunen Waldböden verbreitet (oligo-, meso- und eutrophe Braunerden) und nach J. Pelíšek gehören sie zu den rostfarbigen, ockerfarbigen und schokoladenbraunen Waldböden. Die Podsolböden sind wenig vertreten. Alle diese Bodeneinheiten sind mit Fichte-Buchenwald angesiedelt. Die Pseudogleyböden wurden im kleinen Umfang auf absetzenden, meistens Lehm Böden vorgetroffen. Diese Böden gehören zu den Fichten-Tannenwäldern und im geringen Maße auch zu den absetzenden Fichten-Buchenwäldern. In den flachen Talengen findet man Gley- und Semigleyböden. Auf den mineralreicheren Böden von diesem Typ mit dem beweglichen Untergrundwasser, mit dem Wasserspiegel hoch gelegt, sind meistens die unternaßten Fichten-Buchenwälder vertreten. Die anderen Gleyböden sind von Fichten-Tannenwäldern besiedelt. Die Ranker kommen nur in kleinen Inseln vor und bilden selten zusammenhängende Flächen.

Bodenklassifikation; Bodensystematik; Bodeneinheiten

PIŠTA, F. (České Budějovice). Types de sols et unités taxonomiques des sols inférieures dans l'étage d'épicéa-hêtre dans la partie méridionale de la Šumava. *Lesnictví*, 23, 1977, (3) : 163-184.

Le travail s'occupe de la caractéristique détaillée des sols de l'étage d'épicéa-hêtre dans la partie méridionale de Šumava. Le sous-sol géologique est formé de roches de silicates (gneiss, granit, granulite, grano-diorite, micaschiste). Le territoire soumis à l'examen est situé dans la région faiblement froide, dont la température moyenne annuelle est de 4,8 °C et la quantité annuelle totale de précipitations d'environ 780 mm.

Pour la classification des sols on a utilisé la systématique selon J. Pelíšek (1964) et ce n'est que dans les cas où l'on n'a pu utiliser convenablement le système en question, qu'on a effectué la classification selon Kubierna, Laatsche, Ehwald et Mückenhausen d'après l'interprétation de A. Houba (1970).

Dans le territoire soumis à l'examen ce sont les sols bruns forestiers qui sont les plus répandus (sols bruns oligo-trophes, meso-trophes et eutrophes) et appartiennent, selon J. Pelíšek, aux sols forestiers rouillés, ocrés et bruns chocolat. Les podzols sont faiblement représentés. Toutes ces unités de sol sont peuplées de hêtraies à épicéa. Les sols pseudogley ont été différenciés dans une mesure restreinte sur les sols plus tassés, pour la plupart argileux. Les sols en question appartiennent aux sapinières à épicéa et dans une faible mesure aux hêtraies à épicéa dont le sol est tassé. Dans les ravins plats on trouve des sols à gley et à semi-gley. Sur les sols de ce type, plus riches en minéraux, dont l'eau souterraine est mobile et son niveau est situé très haut, on trouve pour la plupart les hêtraies à épicéa saturées d'eau. Les autres sols à gley sont recouverts de sapinières à épicéa. Les lithosols, on ne les rencontre qu'isolément et ce n'est que rarement qu'ils forment des surfaces continues.

classification des sols; systématique des sols; unités des sols; hêtraies à épicéa

Adresa autora:

Ing. Dr. František Pišta, Neplachova 18, České Budějovice

VLIV MECHANICKÉ PŘÍPRAVY PŮDY NA KLÍČENÍ A RŮST SEMENÁČKŮ SMRKU ZTEPILÉHO

J. Skoupý

SKOUPÝ, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Vliv mechanické přípravy půdy na klíčení a růst semenáčků smrku ztepilého. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 185-200.

Vyzkoušeli jsme tři způsoby mechanické přípravy půdy s cílem vyhodnotit její vliv na klíčení a růst semenáčků smrku ztepilého: 1 — stržení surového humusu z plošek a prokopání měli se slabou vrstvou minerální zeminy; 2 — stržení surového humusu z plošek bez dalšího kypření; 3 — prokopání surového humusu, měli a minerální zeminy; K — kontrolní plošky bez zásahu. Mezi jednotlivými způsoby přípravy půdy jsou v celkovém hodnocení značné rozdíly. Ve všech sledovaných lesních typech se nejlépe osvědčila příprava půdy 1 a příprava půdy 3. Na ploškách s přípravou půdy 1 vyklíčilo nejvíce semenáčků ze všech druhů přípravy půdy, jejich úbytky byly přiměřené a semenáčky měly velmi dobrou kvalitu. Na ploškách s přípravou půdy 3 vyklíčilo méně semenáčků než na ploškách s přípravou půdy 1, ale počet přežívajících semenáčků byl uspokojivý a jejich kvalita velmi dobrá. Na ploškách s přípravou půdy 2 vyklíčilo podstatně méně semenáčků než na ploškách s přípravou půdy 1 a přibližně stejné nebo poněkud větší množství semenáčků než na ploškách s přípravou půdy 3, ale jejich kvalita byla po třech letech nejnižší ze všech sledovaných způsobů přípravy půdy.

mechanická příprava půdy; klíčení

Úspěch přirozené obnovy záleží na využití semenných roků (seminivosti stromů) v souladu s úpravou vhodného prostředí pro vyklíčení a růst semenáčků. Důležitým prostředkem pro vytváření příznivých poměrů světlostních, teplotních a vlhkostních je úprava druhové a prostorové porostní skladby. Souborné působení těchto činitelů se výrazně uplatňuje v podrostním přízemním a půdním mikroklimatu. Vhodnou probírkou v porostu můžeme příznivě ovlivnit teplotu povrchových vrstev půdy, půdní vlhkost, jakož i výměnu vzduchu, a tím i zlepšit rozklad surového humusu. Naznačený postup vyžaduje jemné (citlivé) diferencované a včasné zásahy pěstitele. S ohledem na novou technologii a techniku uplatňovanou v těžbě dřeva, jakož i se zřetelem na nedostatek pracovních sil v pěstebních pracích, nebude vždy takový postup možný. Je to jedna z příčin, proč v některých porostech vhodných pro přirozenou obnovu bývá nepřiměřená vrstva surového humusu, která brání zdárnému průběhu přirozené obnovy.

Nemůžeme-li z jakýchkoli důvodů předejít hromadění surového humusu, pak je nutno v uvážených případech přikročit před opadem semen k vhodnému způsobu přípravy půdy. Příznivě tím upravíme prostředí pro

vyklíčení semen a růst semenáčků v prvních letech jejich života a navíc přispějeme k hospodárnému využití úrody v semenném roce. Vliv mechanické přípravy půdy na zmlazování smrku ztepilého (*Picea excelsa* Link) je předmětem šetření v předložené práci.

PŘEHLED LITERATURY

Z rozsahu přirozené obnovy za posledních 40 let můžeme konstatovat, že má trend neustále klesající. Zatímco v roce 1936 podíl přirozené obnovy činil 23 %, dnes činí sotva jednu desetinu (Peřina 1973). Vyskot (1971) vypočítává, že zvýšení podílu přirozené obnovy z dnešních 6–10 % postupně na 25 % v roce 2000 by tvořilo hodnotu 1,35 miliardy Kčs. Jakš (1971) označuje přirozenou obnovu za neefektivní, avšak zvýšení podílu přirozené obnovy považuje za potřebné. Vajcík (1973) uvádí, že podíl přirozené obnovy lesa v posledním desetiletí činil asi 12 %. Toto procento považuje za neuspokojivé a přičítá ho přetěžbám, kalamitám, nevhodně voleným těžebním postupům, nedostatečné přípravě porostů, jakož i nešetrnosti při těžbě a přibližování dřeva.

Ženíšek (1970) poukazuje na to, že ke škodě zavádění a rozšiřování přirozené obnovy je nejen její nedostatečná hospodářská a statistická evidence, ale i to, že s jejími dobrými výsledky se vůbec nepočítá v hmotné zainteresovanosti pracovníků. Zmíněný autor se také domnívá, že podíl přirozené obnovy je u většiny provozních jednotek podstatně vyšší než je vykazovaná výměra. Navíc uvádí, že podíl přirozené obnovy by zvýšily vhodné zraňovače půdy.

Problematickou mechanické přípravy půdy pro přirozenou obnovu lesů se mimo jiné zabýval Vinš (1959), Vakkuri (1963), Skoupý (1963, 1964), Horton (1964), Karpišin (1964), Loycke (1964), Björkell (1965), Bojadžić (1965), Mc Minn (1966), Rottmann (1967), Schreyer (1967), Moravski (1967), Johnson (1968) a Peřina (1971). Všichni autoři se jednoznačně shodují v tom, že mechanická příprava půdy má podstatný vliv na klíčení a růst semenáčků v prvním období jejich života.

Ve smíšeném porostu (jd 40, sm 25, bk 35) ve věku 120–160 let na lesním úřadě St. Märgen (Allgemeine Forstzeitschrift, 1974 – NSR) byly sledovány změny ekologických podmínek při různém stupni prosvětlení v rámci podrostního hospodářského způsobu a vliv těchto změn na vývoj zmlazení jedle a smrku jednak na neporušeném půdním povrchu, jednak na půdě připravené těmito šesti způsoby:

1. půdní vegetace na výsevních ploškách neporušena, semena volně vyseta,
2. půda na výsevních ploškách frézována do hloubky 20 cm, semeno pokryto prosetou zeminou,
3. půdní vegetace a půda nedotčena, semena pokryta mělí,
4. odstraněna půda do hloubky 15 cm a nahrazena vrstvou nadložního humusu, semeno pokryto jemným humusem,

5. rostlinný pokryv, hrabanka a humus odstraněny, semeno pokryto prosetou minerální půdou,

6. vyzvednuty 15 cm tlusté pásy půdy a obráceny drnem dolů.

Na základě těchto šetření zjistili:

a) Relativní intenzita osvětlení dosahovala pod řídkým zápojem 20 až 32 %, v malých světlinách 30–45 %, na větších výběrných sečích až 60 %. Teprve při silnějším osvětlení se podstatnější část globálního záření dostává k lesní půdě.

b) Průběh teplot vzduchu byl v porostě vyrovnanější, relativní vlhkost vzduchu stejnoměrnější a vyšší než na volné ploše. Ve vrstvě nadložního humusu byla teplota vyrovnanější než v případech, kdy půda zůstala neporušena. Při všech ostatních způsobech přípravy půdy a výsevu byl průběh půdních teplot extrémnější než v nepřipravené půdě.

c) Průběh klíčení semen nebyl ovlivněn stupněm prosvětlení, na ploškách bez hrabanky a humusu bylo klíčení horší než v ostatních případech.

d) Nejúspěšnější byl výsev semen smrku ve vrstvě nadložního humusu, s malým zdarem se setkal výsev na obnaženou půdu a do převrácených půdních pásů. Rovněž na ploškách, kde byla půda frézována, vzešlo málo semenáčků – v nejlepším případě se zde množství semenáčků rovnalo množství na neošetřené půdě. Promísení měli a minerální půdy podmínky pro klíčení nezlepšilo.

Podle J i r k o v s k é h o (1973) mechanická příprava půdy vytváří příznivé podmínky pro vznik náletu nebo jeho vytvoření urychluje:

a) poraněním půdy tak, aby semeno mělo přístup k nenarušené minerální vrstvě půdy,

b) dokonalým promísením humusu s minerální vrstvou půdy,

c) pomístným odstraněním silné vrstvy smrkového humusu.

Podle B u c k a (1974) je-li zřejmý vývojový trend podrostové synusie směrem k malinikovému stadiu a plocha není zmlazena, nelze považovat nálet za nadějný, není-li provedena odpovídající příprava půdy.

M á l e k (1972) shrnuje, že pro přirozenou obnovu lesů má klíčový význam kvalita humusové vrstvy, v níž probíhá klíčení semen a počáteční vývoj semenáčků. Na podkladě typologického průzkumu též konstatuje, že různé dřeviny vyžadují pro obnovu různé formy humusu, které se odlišují především specifickou mikrobiální činností.

Přirozená obnova vyžaduje diferenciaci forem a postupů podle ekologických poměrů. Různé podmínky přirozené obnovy existují v různých lesních typech (C í s a ř 1959, Č h m e l a ř 1959, S k o u p ý 1964), diferencovaně pro jednotlivé dřeviny. Kromě toho každá konkrétní geobiocenóza, resp. geobiocenoid (Z l a t n í k 1973) prochází vývojovými stadii charakterizovanými fytoocenologicky a lišícími se podmínkami pro přirozenou obnovu dřevin.

Vliv různých způsobů mechanické přípravy půdy na zmlazování smrku (lesních dřevin) je na základě rozboru studia literatury nanejvýš zřejmý. Jsou však žádoucí další šetření, která by poskytla dostatek výsledků, z nichž by se daly odvodit obecnější směrnice pro přípravu půdy a popř. i podklady pro vývoj vhodných zraňovačů půdy.

Příprava	1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K
Velikost plošek	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²	15 m ²
Opakování	1				2				3				4			

Příprava půdy: 1 — stržení surového humusu z plošky, prokopání měli a slabé vrstvy minerální zeminy;

2 — stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření;

3 — prokopání surového humusu, měli a slabé vrstvy minerální zeminy;

K — kontrola bez přípravy půdy.

METODIKA

V roce 1971 jsme v oblasti Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy založili pokusné plochy ve třech lesních porostech s převahou smrku s cílem sledovat v nich vliv mechanické přípravy půdy na zmlazování smrku ztepilého. Plocha I se nachází na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* v polesí Skalice, porost 30a, nadm. výška 350 m, hlavní dřevina smrk s příměsí borovice, modřinu a dubu, věk 105 let, zakmenění 9, střední výška 26 m, střední tloušťka 34 cm, bonitní stupeň 5; plocha II na lesním typu *Carpineto - Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* v porostě 30b1, nadm. výška 370 m, hlavní dřevina smrk s příměsí borovice a dubu, věk 95–105 let, zakmenění 7, střední výška 25 m, střední tloušťka 26 cm, bonitní stupeň 5; plocha III se nachází na lesním typu *Oxalideto-Abietum typicum* v porostě 30c1, nadm. výška 370 m, hlavní dřevina smrk s příměsí borovice, věk 100 let, zakmenění 7, střední výška 27 m, střední tloušťka 29 cm, bonitní stupeň 4. V každém z uvedených tří lesních typů jsme založili pokusné plochy (tabulka I) — každá pokusná plocha má rozlohu 240 m², kde jsme v září 1971 ručním nářadím vykonali tři druhy mechanické přípravy půdy (1 — stržení surového humusu z plošky a prokopání měli se slabou vrstvou minerální zeminy, 2 — stržení surového humusu z plošky bez dalšího zásahu, 3 — prokopání surového humusu, měli a slabé vrstvy minerální zeminy a vytyčili kontrolní plošku K — bez přípravy půdy). Na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* vrstva surového humusu činila asi 3 cm, na lesních typech *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* a *Oxalideto-Abietum typicum* 4 cm. Všechny plochy mají čtyři opakování. Rozbory půdních vzorků z jednotlivých pokusných ploch (lesních typů) se uvádějí v tabulce II.

Celý pokus je sladen s bohatým semenným rokem smrku ztepilého 1971–1972 na Černokostecku. Na každé pokusné ploše jsme umístili 16 semenoměrů Ogijevského (záchytná plocha 1 semenoměru 0,25 m²). Ze semenoměrů se odebíralo semeno (od 8. 12. 1971 do 6. 7. 1972) s cílem zjistit průběh opadu, počet opadlých semen na 1 m², jakož i hmotnost a klíčivost semen.

II. Rozbory půdních vzorků z lesního typu *Luzuleto pilosae-Abietum* (I), *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (II), *Oxalideto-Abietum typicum* (III). — Analyses of soil samples from the forest types of *Luzuleto pilosae-Abietum* (I), *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (II), *Oxalideto-Abietum typicum* (III)

Označení vzorku	Výměnná kyselost pH (KCl)	Aktivní kyselost pH (H ₂ O)	% uhlíku	% dusíku (kjeldah- lizací)	Výluh 1% kyselinou citrónovou, obsah mg v 1000 g vzduchosuché zeminy				Zrnitost zeminy (pipetovací metodou) % částic v mm			
					kyselina fosfo- rečná P ₂ O ₅	draslík K ₂ O	vápník CaO	hořčík MgO	do 0,01 jemný a střední prach	0,01 – 0,05 hrubý prach	0,05 – 0,25 jemný písek	0,25 – 2,00 hrubý a střední písek
I	3,70	3,90	4,40	0,246	73	52	90	22	28,3	38,5	22,0	11,2
II	3,80	4,20	1,55	0,188	80	32	149	27	18,6	15,6	46,6	19,2
III	3,90	4,10	5,40	0,174	93	67	545	156	20,3	10,3	43,1	26,3

Na jednotlivých plochách s různou přípravou půdy jsme sledovali počty vyklíčených semenáčků a jejich úbytky, přírůsty semenáčků, jakož i hmotnost jejich nadzemní a kořenové části v letech 1972 až 1974.

Výšky nadzemní části semenáčků v letech 1972, 1973 a 1974 na ploškách s jednotlivými druhy přípravy půdy jsou statisticky vyhodnoceny analýzou rozptylu

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij},$$

kde μ — celkový průměr,
 α_i — účinek opakování,
 β_j — účinek přípravy půdy,
 e_{ij} — reziduální chyba,
 i — 1, 2, 3,, 100,
 j — 1, 2, 3 K (příprava půdy).

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

vyhodnocení opadu semen

V době od 8. 12. 1971 do 6. 7. 1972 v průměru opadlo na ploše I (lesní typ *Luzuleto pilosae-Abietum*) 992 semen na 1 m², na ploše II (*Carpineto-Fagetum*) 705 semen na 1 m² a na ploše III (*Oxalideto-Abietum typicum*) 827 semen na 1 m². Kulminace opadu semen byla v druhé polovině března 1972. Na ploše I činila průměrná hmotnost tisíce semen 7,988 g, na ploše II 7,568 g a na ploše III 6,628 g.

Na počátku sledovaného období (prosinec 1971 až únor 1972) padala semena s nízkou klíčivostí: na ploše I byla klíčivost semen 46 %, na ploše II 56 % a na ploše III 55 %. V době kulminace opadu (druhá polovina března 1972) padala semena s nejvyšší klíčivostí: na ploše I 86 %, na ploše II 85 % a na ploše III 89 %.

V dubnu se klíčivost opadlých semen snížila. Na ploše I činila 73,7 %, na ploše II 75,1 % a na ploše III 77 %. Koncem sledovaného období (květen) byla klíčivost semen na ploše I 77,2 %, na ploše II 81,9 % a na ploše III 82,6 %.

vyhodnocení růstu semenáčků

Průměrné počty vyklíčených semenáčků smrku v kusech na 1 m² a jejich úbytky na ploškách s různou přípravou půdy se pro lesní typ *Luzuleto pilosae-Abietum* (plocha I) uvádějí v tabulce III, pro lesní typ *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (plocha II) (dále jen *Carpineto-Fagetum*) v tabulce IV a pro lesní typ *Oxalideto-Abietum typicum* (plocha III) v tabulce V. Z tabulky III je zřejmé, že na pokusné ploše I z 992 opadlých semen na 1 m² vyklíčilo na 1 m² 407 semenáčků (příprava půdy 1), 246 semenáčků (příprava půdy 2), 340 semenáčků (příprava půdy 3) a 185 semenáčků (kontrolní — bez zásahu). Z tabulky IV vyplývá, že na pokusné ploše II ze 705 opadlých semen na 1 m² vyklíčilo na 1 m² 487 semenáčků (příprava půdy 1), 339 semenáčků (příprava půdy 2), 292 semenáčků (příprava půdy 3) a 141 semenáčků (kontrola). V tabulce V se uvádí, že na pokusné ploše III z 827 semen opadlých na 1 m² vyklíčilo na 1 m² 475 semenáčků (příprava půdy 1), 341 semenáčků (pří-

III. Průměrné počty vyklíčených semenáčků smrku v kusech na 1 m² a jejich úbytky na ploškách s různou přípravou půdy na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* (plocha I). Na 1 m² opadlo 992 semen. — Average amounts of germinated spruce seedlings per 1 sq. m. and their losses on the plots with various soil preparation in the forest type of *Luzuleto pilosae-Abietum* (I). 992 seeds fell down per 1 sq. m.

Rok	Způsob přípravy půdy — průměry ze čtyř opakování			
	1	2	3	K
1972	407	246	340	185
1973	109	63	93	32
Rozdíl	-298	-183	-247	-153
Úbytek v %	73,2	74,4	72,5	82,7
1974	82	59	62	22
Rozdíl	-27	-4	-31	-10
Úbytek v %	24,8	6,3	33,3	31,3

Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

IV. Průměrné počty vyklíčených semenáčků smrku v kusech na 1 m² a jejich úbytky na ploškách s různou přípravou půdy na lesním typu *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (plocha II). Na 1 m² opadlo 705 semen. — Average amounts of germinated spruce seedlings per 1 sq. m. and their losses on the plots with various soil preparation in the forest type of *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (II). 705 seeds fell down per 1 sq. m.

Rok	Způsob přípravy půdy — průměry ze čtyř opakování			
	1	2	3	K
1972	487	339	292	141
1973	199	87	88	29
Rozdíl	-288	-252	-204	-112
Úbytek v %	59,2	74,2	70,0	79,5
1974	181	79	62	23
Rozdíl	-18	-8	-26	-6
Úbytek v %	9,0	9,2	29,5	20,7

Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

V. Průměrné počty vyklíčených semenáčků smrku v kusech na 1 m² a jejich úbytky na ploškách s různou přípravou půdy na lesním typu *Oxalideto-Abietum typicum* (plocha III). Na 1 m² opadlo 827 semen. — Average amounts of germinated spruce seedlings per 1 sq. m. and their losses on the plots with various soil preparation on the forest type of *Oxalideto-Abietum typicum* (III). 827 seeds fell down per 1 sq. m.

Rok	Způsob přípravy půdy — průměry ze čtyř opakování			
	1	2	3	K
1972	475	341	363	139
1973	221	138	154	54
Rozdil	— 254	— 203	— 209	— 85
Úbytek v %	53,5	59,4	57,6	61,5
1974	156	122	102	53
Rozdil	— 65	— 16	— 52	— 1
Úbytek v %	29,4	11,6	33,8	1,9

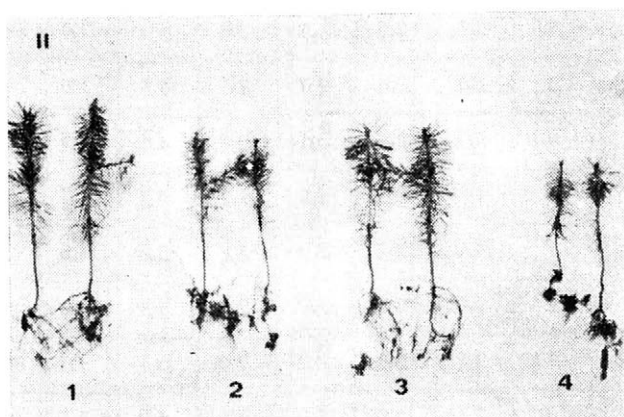
Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

prava půdy 2), 363 semenáčků (příprava půdy 3) a 139 semenáčků (kontrola). Tyto výsledky jednoznačně ukazují, že na ploškách s mechanickou přípravou půdy vyklíčil několikanásobně větší počet semenáčků v porovnání s kontrolou. Je to důkazem toho, že mechanická příprava půdy aktivně ovlivňuje hospodárné využití úrody semen v semenných letech. Z aplikovaných druhů přípravy půdy se na sledovaných lesních typech nejlépe osvědčila příprava půdy 1, tj. stržení surového humusu z plošky a prokopání měli se slabou vrstvou minerální zeminy. To platí i při hodnocení počtu přežívajících semenáčků na jednotlivých lesních typech v letech 1973 a 1974 (tabulka III–V). Při porovnání přípravy půdy 2 a 3 je zřejmé, že na lesním typu *Carpineto-Fagetum* (tabulka IV) jsou lepší výsledky (vyšší počty vyklíčených a přežívajících semenáčků) s přípravou půdy 2, tj. stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření. Na lesních typech *Luzuleto pilosae-Abietum* (tabulka III) a *Oxalideto-Abietum typicum* (tabulka V) nejsou rozdíly mezi přípravou půdy 2 a 3 výrazné, i když na ploškách s přípravou půdy 3 (prokopání surového humusu, měli a slabé vrstvy minerální zeminy) vyklíčilo více semenáčků.

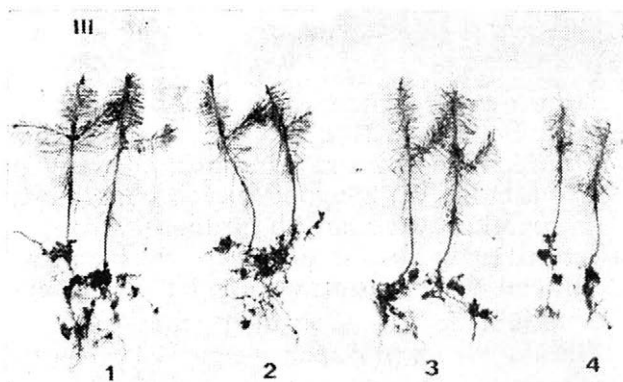
Údaje o počtu vyklíčených a přežívajících semenáčků doplňujeme biometrickým šetřením. Průměrné výšky nadzemní části semenáčků smrku na pokusných plochách I, II a III s různým druhem mechanické přípravy půdy v letech 1972 až 1974 se uvádějí v tabulce VI. Při rozboru číselných údajů v této tabulce je zřejmé, že nadzemní část semenáčků na ploškách mechanicky nakypřených je po třech letech na všech sledovaných lesních typech větší než na ploškách kontrolních — bez přípravy půdy. Je tudíž možno konstatovat, že mechanická příprava půdy příznivě ovlivňuje nejen

počty vyklíčených semenáčků, ale i jejich přírůsty. Porovnáním jednotlivých druhů mechanické přípravy půdy v tabulce VI (rok 1974) dojdeme k závěru, že příprava půdy 2 (stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření) je z hlediska přírůstu nadzemní části semenáčků nejméně vhodná. Na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* byly po třech letech: nejvyšší semenáčky na ploškách s přípravou půdy 3 – prokopání surového humusu, měli a slabé vrstvy minerální zeminy. Na lesních typech *Carpineto-Fagetum* a *Oxalideto-Abietum typicum* byly nejvyšší semenáčky s přípravou půdy 1 – stržení surového humusu z plošky a prokopání měli se slabou vrstvou minerální zeminy. Největší přírůsty semenáčků byly na lesním typu *Oxalideto-Abietum typicum*, menší na lesním typu *Carpineto-Fagetum* a nejmenší na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum*. Příklady průměrných semenáčků smrku odebraných v říjnu 1974 na pokusných plochách s různou přípravou půdy jsou na obr. 1 a 2.

1. Semenáčky smrku odebrané na lesním typu *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (plocha II): 1 – stržení surového humusu z plošky a prokopání měli a slabé vrstvy minerální zeminy, 2 – stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření, 3 – prokopání surového humusu, měli a slabé vrstvy minerální zeminy, 4 – kontrola. — Spruce seedlings taken in the forest type of *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum* (II): 1 – scraping the raw humus and digging through the mull and the thin layer of mineral soil, 2 – scraping the raw humus without further loosening, 3 – digging through the raw humus, the mull and the thin layer of mineral soil, 4 – control



2. Semenáčky smrku odebrané na lesním typu *Oxalideto-Abietum typicum* (plocha III): 1, 2, 3, 4 viz obr. 1. — Spruce seedlings taken in the forest type of *Oxalideto-Abietum typicum* (III): 1, 2, 3, 4 Figure 1



VI. Průměrné výšky nadzemní části semenáčků smrku na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* (plocha I), *Carpineto-Fagetum* (plocha II) a *Oxalideto-Abietum typicum* (plocha III) s různou mechanickou přípravou půdy v letech 1972, 1973, 1974. V každé skupině se měřilo 100 semenáčků. — Average lengths of the aboveground part of spruce seedlings in the forest type of *Luzuleto pilosae-Abietum* (I), *Carpineto-Fagetum* (II) and *Oxalideto-Abietum typicum* (III) with various mechanical soil preparation in 1972, 1973, 1974. 100 seedlings were measured in each group

Plo- cha	Opa- kování	1972				1973				1974			
		příprava půdy				příprava půdy				příprava půdy			
		1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K
I	1	2,5	2,2	3,2	2,5	3,6	3,3	4,5	3,6	5,1	4,6	5,8	4,7
	2	2,7	2,1	2,8	2,3	4,0	3,1	4,3	3,3	5,6	4,5	6,2	4,6
	3	3,2	2,6	3,1	2,7	4,3	3,5	4,1	3,4	6,4	4,7	5,9	4,5
	4	2,8	2,4	3,2	2,5	4,4	3,8	4,6	3,1	6,1	5,9	6,6	4,5
	Ø	2,8	2,3	3,1	2,5	4,1	3,4	4,4	3,4	5,8	4,9	6,1	4,6
II	1	2,7	2,5	2,6	2,5	5,3	4,2	3,9	3,5	8,1	6,3	3,1	5,2
	2	2,8	2,5	3,1	2,8	4,0	3,4	3,9	3,5	6,0	4,8	6,4	5,8
	3	2,4	2,4	2,7	2,5	4,3	3,8	3,7	3,3	7,0	5,9	6,2	5,3
	4	3,2	2,7	3,1	2,8	4,4	3,5	3,8	3,5	6,9	5,7	6,1	5,4
	Ø	2,8	2,5	2,9	2,7	4,5	3,7	3,8	3,5	7,0	5,7	6,0	5,4
III	1	3,1	2,7	2,9	2,6	5,6	4,8	5,8	4,1	9,2	7,0	8,7	6,1
	2	2,9	2,8	3,0	2,4	5,3	4,0	5,3	3,5	7,8	5,9	7,7	5,1
	3	2,6	2,2	2,9	2,3	5,7	3,8	4,7	3,3	8,2	5,6	6,4	5,0
	4	3,1	2,9	3,0	3,0	4,0	4,1	4,1	4,0	5,6	6,1	5,6	6,2
	Ø	2,9	2,7	3,0	2,6	5,2	4,2	5,0	3,7	7,7	6,2	7,1	5,6

Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

Porovnání průměrných výšek nadzemní části semenáčků na pokusných plochách I, II a III je statisticky zhodnoceno. Vypočítané průměry pro jednotlivé roky a jednotlivé přípravy půdy včetně kontroly, se uvádějí v tabulce VI. Z vypočítaných charakteristik metodou analýzy rozptylu a z rozdílů vypočítaných průměrů pro jednotlivé druhy přípravy půdy v letech 1972, 1973 a 1974 vyplývá, že převážná většina rozdílů mezi jednotlivými druhy přípravy půdy je statisticky významná.

V tabulce VII se uvádějí průměrné hmotnosti semenáčků odebraných v říjnu 1974 na ploškách mechanicky nakypřených i kontrolních ve všech sledovaných lesních typech. Každé číslo udává hmotnost 10 semenáčků

VII. Průměrné hmotnosti semenáčků v g, odebraných v říjnu 1974 na lesním typu *Luzuleto pilosae-Abietum* (plocha I), *Carpinetum-Fagetum* (plocha II) a *Oxalideto-Abietum typicum* (plocha III). Čísla udávají váhu 10 semenáčků. — Average weights of seedlings in grammes, taken in October 1974 in the forest of *Luzuleto pilosae-Abietum* (I), *Carpinetum-Fagetum* (II) and *Oxalideto-Abietum typicum* (III). Figures indicate the weight of 10 seedlings

Část semenáčků	Semenáčky	Plocha	Opakování 1 — příprava půdy				Opakování 2 — příprava půdy				Opakování 3 — příprava půdy				Opakování 4 — příprava půdy				Ø opakování 1—4 — příprava půdy			
			1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K	1	2	3	K
Nadzemní	čerstvé	I	2,4	1,5	2,4	1,2	3,6	1,7	1,5	1,0	3,9	2,1	4,2	1,1	6,2	2,8	3,5	1,1	4,0	2,0	2,9	1,1
		II	4,0	2,0	2,1	1,7	2,6	1,6	2,9	1,2	2,8	2,0	2,0	2,1	4,2	3,3	3,2	1,5	3,4	2,2	2,6	1,6
		III	4,5	2,4	2,7	1,7	3,1	2,2	3,3	1,5	2,5	2,0	2,2	0,9	1,8	2,3	2,0	1,1	3,0	2,2	2,6	1,3
	sušina	I	1,2	0,8	1,1	0,6	1,6	0,9	0,8	0,5	1,7	1,0	2,0	0,5	2,9	1,1	1,6	0,6	1,9	1,0	1,4	0,6
		II	1,9	1,0	2,1	0,8	1,3	1,2	1,4	0,7	1,2	0,8	1,0	1,1	1,7	1,5	1,5	0,7	1,5	1,1	1,5	0,8
		III	2,2	1,2	1,3	1,0	1,5	1,0	1,6	0,7	1,2	0,9	1,1	0,6	0,9	1,2	1,0	0,6	1,5	1,1	1,2	0,7
Kořeny	čerstvé	I	1,3	1,2	1,3	0,6	1,2	0,6	1,0	0,6	1,7	0,8	1,3	0,4	2,8	1,0	1,5	0,5	1,8	0,9	1,3	0,5
		II	1,4	0,8	0,7	0,5	0,9	0,6	0,8	0,3	0,6	0,6	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,5	0,9	0,7	0,8	0,6
		III	1,3	0,7	1,2	0,6	0,8	0,6	0,9	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6	0,8	0,5
	sušina	I	0,5	0,5	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,6	0,4	0,9	0,2	1,4	0,5	0,8	0,3	0,8	0,4	0,7	0,3
		II	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3
		III	0,7	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5	0,4	0,5	0,3

Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

(jejich částí) v gramech, a to čerstvou i sušiny. Z této tabulky je zřejmé, že čerstvá hmotnost i sušina nadzemní části semenáčků z plošek mechanicky nakypřených je ve všech případech vyšší než z kontrolních ploch. Lze tudíž konstatovat, že i při rozboru tohoto kvalitního prvku semenáčků se vliv mechanické přípravy půdy projevil příznivě. Porovnáním údajů z jednotlivých příprav půdy lze uvést, že z hlediska čerstvé hmotnosti i sušiny nadzemní a kořenové části semenáčků se na všech sledovaných lesních typech nejlépe osvědčila příprava půdy 1, tj. stržení surového humusu z plošky a prokopání měli se slabou vrstvou minerální zeminy. Čerstvá hmotnost nadzemní části semenáčků z plošek s přípravou půdy 1 byla dvojnásobně až téměř čtyřnásobně větší (plocha I) než čerstvá hmotnost semenáčků z kontrolních plošek. Přípravě půdy 3 (prokopání surového humusu, měli a minerální zeminy) náleží z hlediska uvedených rozborů druhé místo, i když v některých případech byla hmotnost sušiny nadzemní části (příprava půdy 1 a 3 na pokusné ploše II a III) a kořenové části (plocha III) stejná jako u přípravy půdy 1. Přípravu půdy 2 (stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření) je možno na základě údajů v tabulce VII označit jako nejméně vhodnou na sledovaných lesních typech (*Luzuleto pilosae-Abietum*, *Carpineto-Fagetum* a *Oxalidetum-Abietum typicum*).

Celkové zhodnocení vlivu mechanické přípravy půdy na vyklíčení, přežívání a kvalitu smrkových semenáčků na jednotlivých lesních typech se uvádí v tabulce VIII. Zhodnocení je uvedeno čísly, kde číslo 1 vyjadřuje nejlepší dosažené výsledky při hodnocení počtu vyklíčených semenáčků, počtu přežívajících semenáčků, výšek nadzemní části semenáčků, čerstvé hmotnosti semenáčků a sušiny semenáčků, číslo 2 velmi dobré, číslo 3 dobré a konečně číslo 4 nejhorší výsledky. Tak např. při hodnocení počtu vyklíčených semenáčků na ploškách s různou přípravou půdy (1, 2, 3, K) na lesním typu I (*Luzuleto pilosae-Abietum*) je označena příprava půdy 1 číslem 1 (největší počet vyklíčených semenáčků), příprava půdy 3 číslem 2 (menší počet vyklíčených semenáčků než na ploškách s přípravou půdy 1); příprava půdy 2 číslem 3 (menší počet vyklíčených semenáčků než na ploškách č. 3) a konečně kontrolní plošky (K) jsou označeny číslem 4, neboť zde vyklíčilo nejméně semenáčků na 1 m². Stejným způsobem je provedeno hodnocení počtu vyklíčených semenáčků na lesních typech II a III, jakož i v dalších sloupcích tabulky VIII. Z této přehledné tabulky je zřejmé, že na všech třech lesních typech je možno označit přípravu půdy 1, tj. stržení surového humusu z plošky a prokopání měli a slabé vrstvy minerální zeminy jako nejlepší, přípravu půdy 3, tj. prokopání surového humusu, měli a minerální zeminy dohromady jako druhou nejlepší a přípravu půdy 2, tj. stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření jako nejméně vhodnou. Na kontrolních ploškách bez přípravy půdy byly výsledky jednoznačně nejhorší.

POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ Z LET 1971—1974 A 1959—1962

V semenném roce smrku ztepilého 1958—1959 založil autor v oblasti ŠLP Kostelec nad Černými lesy (1964) metodicky stejný pokus, kde byl sledován vliv mechanické přípravy půdy na přirozenou obnovu smrku v lesních typech *Luzuleto pilosae-Abietum* a *Equiseto-Abietum*. Porovnáním jednotlivých druhů přípravy půdy (1, 2, 3) s kontrolními ploškami

VIII. Celkové hodnocení vlivu mechanické přípravy půdy na vyklíčení, přežívání a kvalitu smrkových semenáčků (1 — nejlepší, 2 — velmi dobrý, 3 — dobrý, 4 — nejhorší). I — lesní typ *Luzuleto pilosae-Abietum*, II — *Carpineto-Fagetum*, III — *Oxalideto-Abietum typicum*. — Total evaluation of the influence of mechanical soil preparation on germination capacity, survival and quality of spruce seedlings (1. best, 2. very good, 3. good, 4. worst). I — forest type of *Luzuleto pilosae-Abietum*, II — *Carpineto-Fagetum*, III — *Oxalideto-Abietum typicum*

Lesní typ	Příprava půdy	Počty vyklíčených semen 1972	Počty přežívajících semenáčků 1972	Výška nadz. části 1974	Čerstvá hmotnost semenáčků		Sušina semenáčků	
					nadz.	koř.	nadz.	koř.
I	1	1	1	2	1	1	1	1
	2	3	3	3	3	3	3	3
	3	2	2	1	2	2	2	2
	K	4	4	4	4	4	4	4
II	1	1	1	1	1	1	1–2	1
	2	2	2	3	3	3	3	2–3
	3	3	3	2	2	2	1–2	2–3
	K	4	4	4	4	4	4	4
III	1	1	1	1	1	1–2	1–2	1–2
	2	3	2	3	3	3	3	3
	3	2	3	2	2	1–2	1–2	1–2
	K	4	4	4	4	4	4	4

Příprava půdy 1, 2, 3, K — viz tabulka I.

(K) se zjistilo, že všechny tři druhy přípravy půdy na obou lesních typech se příznivě projeví ve větším množství vyklíčených semenáčků, jakož i ve větších výškových přírůstcích, což je stejný výsledek jako z let 1971–1974. Značné rozdíly byly mezi jednotlivými druhy přípravy půdy. Na ploškách lesního typu *Luzuleto pilosae-Abietum* s přípravou půdy 1 (stržení surového humusu z plošky a prokopání měli s minerální zemí) vyklíčily průměrně na 1 m² 124 semenáčky, na ploškách s přípravou půdy 2 (stržení surového humusu z plošky bez dalšího kypření) 64 semenáčky, na ploškách s přípravou půdy 3 (prokopání surového humusu, měli a minerální zeminy) 63 semenáčky a na kontrolních ploškách bez zásahu 16 semenáčků na 1 m². Na ploškách lesního typu *Equiseto-Abietum* s přípravou půdy 1 vyklíčilo 228 semenáčků, s přípravou půdy 2 197 semenáčků, s přípravou půdy 3 116 semenáčků a na kontrolních ploškách jen 53 semenáčků na 1 m².

Nejlépejší kvalita přežívajících semenáčků byla na ploškách s přípravou půdy 1 a 3 (stejný výsledek jako v této práci). Koncem čtvrtého vege-

tačního období (1962) dosáhly zde semenáčky v celkovém průměru největších výškových přírůstků. Také tloušťka kořenových krčků byla největší na ploškách s přípravou půdy 1 a 3. Semenáčky na ploškách s přípravou půdy 2 měly koncem třetího vegetačního období dokonce horší kvalitu než na ploškách kontrolních. Po srovnání výsledků výzkumu z let 1959 až 1962 a 1971–1974 možno označit přípravu půdy 1 a 3 jako nejvhodnější.

Literatura

1. Allgemeine Forstzeitschrift, 1974, 29, č. 9-10, s. 198
2. BJÖRKELL, B.: Maskinell markberendning. Skogsbruket 35, 1965, s. 131-132
3. BOJADŽIČ, N.: Priperema zemljišta pred rod sjemena. Nar. Sumar 19, 1965, č. 7-8, s. 255-268
4. BUCEK, J.: Přirozená obnova smrku v maliníkovém stadiu prosvětlených smrkových porostů. Lesnictví, 1974, č. 11-12, s. 1045-1051
5. CÍSAŘ, V.: Chomutovské hospodářství. Lesnictví 1959, 5, s. 1013-1032
6. HORTON, K. W.: Scarifying and screefing for regeneration. Forest Res. Branch Coutrib. No. 557, Canada Lumb.
7. CHMELAR, J.: Přirozená obnova jedle v pralesové rezervaci Mionší v Moravskoslezských Beskydech. Sb. ČSAZV – Lesnictví, 1959, č. 2, s. 225-238
8. JAKŠ, F.: Hlavní směry plánu dlouhodobého rozvoje lesního hospodářství v ČSR. Les. práce 50, 1971, s. 97-100
9. JIRKOVSKÝ, V.: Zkušenosti s přirozenou obnovou z hlediska racionalizace výchovných zásahů. Lesnická práce, 1973, č. 4, s. 151-156
10. JOHNSON, H. J.: Pre-scarification and strip clearcutting to obtain lodgepole regeneration. For. Chronicle 44, 1968, č. 6, s. 27-30
11. KARPIŠIN, A. G.: Dvuchotvalnyj plug-ugolnik. Les. Chozj., 1964, č. 9, s. 79
12. MÁLEK, J.: Zhodnotenie biocenologického systému z hľadiska prirodzenej obnovy lesov. Les, 1972, 28, s. 108-113
13. Mc MINN, J. W.: Site preparation aids to longleaf regeneration. J. For., 1966, č. 6, s. 385-387
14. MORAVSKI, J. R.: Site preparation methode and recommendations for equipment usage. 1967, Dept. of Lands and Forests, Ont., Silviculture Section
15. PEŘINA, V.: Vliv mechanické přípravy půdy na přirozenou obnovu borovice lesní. Lesnictví, 1971, 17, s. 563-590
16. PEŘINA, V.: Přirozená obnova a její předpoklady. Lesnická práce, 1973, č. 9, s. 392-397
17. ROTTMANN, F.: Kiefern – Naturverjüngung, technisch unterstützt. Allg. Forstz. 21, 1966, č. 11-12, s. 206-209
18. SCHREYER, G.: Maschineneinsatz zur Unterstützung von Naturverjüngungen. Allg. Forstz., 1967, 22, č. 29
19. SKOUPÝ, J.: Mikroklimatická měření na ploškách s různou přípravou půdy pro přirozenou obnovu smrku. Meteorologické zprávy, 1963, č. 3-4, s. 102-106
20. SKOUPÝ, J.: Půdní vlhkost na ploškách s různou přípravou půdy pro přirozenou obnovu smrku. Sborník VLÚ VŠZ v Praze, 1963, č. 6, s. 259-272
21. SKOUPÝ, J.: Příprava půdy pro přirozenou obnovu smrku v podrobném hospodářství. Lesnický časopis, 1963, č. 4-5, s. 484-489
22. SKOUPÝ, J.: Vliv mechanické přípravy půdy na zmlazování smrku. Lesnický časopis, 1964, č. 5, s. 449-474
23. VYSKOT, M.: Nové úkoly pěstění lesů. Lesnictví, 1971, 17, s. 519-520
24. VINŠ, B.: Předběžné výsledky pokusů s obnovou jedle. Sb. ČSAZV – Lesnictví, 1959, č. 2, s. 175-192
25. ZLATNÍK, A. a kol.: Základy ekologie. 1973, SZN Praha
26. ŽENÍŠEK, J.: Přirozená obnova borovice v oblasti Lesního závodu Plzeň. Lesnická práce, 1970, 19, s. 263-268

Došlo dne 19. 2. 1976

СКОУПЫ Я. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Влияние механической подготовки почвы на прорастание и рост сеянцев ели обыкновенной. Lesnictví, 23, 1977 (3) :185-200.

В области Школьного лесного предприятия в Костелце над Черными лесы, в семенные годы ели обыкновенной, были основаны опытные площади на лесном типе *Luzuleto pilosae-Abietum*, *Oxalideto-Abietum typicum*, *Equiseto-Abietum* а *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum*. На площадях были установлены семенозамеры, с целью определения урожая семян, и испытывались три способа механической подготовки почвы с целью проведения оценки ее влияния на прорастание и рост сеянцев ели обыкновенной: 1. снос сырого гумуса с площадок и прокопка муллы со слабым слоем минеральной земли; 2. снос сырого гумуса с площадок без дальнейшего рыхления; 3. прокапывание сырого гумуса, муллы и минеральной земли; К. контрольные площадки без обработки.

Между отдельными способами подготовки почвы, в общей оценке, имеются значительные различия. Во всех исследуемых лесных типах лучше всего оправдалась подготовка почвы 1 и подготовка почвы 3. На площадках с подготовкой почвы 1 было получено наибольшее прорастание по сравнению с остальными подготовками почвы, их убыток был средним и сеянцы были очень качественные. На площадках с подготовкой почвы 3 проросло меньше количество сеянцев, чем на площадках с подготовкой почвы 1, но количество оставшихся сеянцев было удовлетворительным и их качество весьма хорошим. На площадках с подготовкой почвы 2 проросло гораздо меньше сеянцев, чем на площадках с подготовкой почвы 1 и приблизительно одинаково или несколько больше сеянцев, чем на площадках с подготовкой почвы 3, но качество их после 3 лет было самым низким из всех исследуемых способов подготовки почвы.

механическая подготовка почвы; прорастание

SKOUPÝ, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). The Influence of Mechanical Soil Preparation on Germination and Growth of Norway Spruce Seedlings. Lesnictví, 23, 1977 (3) :185-200.

The experimental plots were established at the School Forest Farm at Kostelec nad Černými lesy in the seed years of Norway spruce. They were established on the forest types of *Luzuleto pilosae-Abietum*, *Oxalideto-Abietum typicum*, *Equiseto-Abietum* and *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum*. In order to find out the seed yield and to evaluate the influence of soil preparation on germination and growth of Norway spruce (*Picea excelsa* Link) seedlings we installed seedmeters and tested the following three methods of mechanical soil preparation: 1. scraping the raw humus from the plots and digging through the mull and the thin layer of mineral soil; 2. scraping the raw humus without further loosening; 3. digging through the raw humus, the mull and mineral soil; K — control plots without any treatment.

Considerable differences between individual methods of soil preparation were revealed in the over-all evaluation. Soil preparations 1 and 3 proved to be the best in all forest types under investigation. The highest number of seedlings of all soil preparations germinated on the plot with soil preparation 1, seedlings being of very good quality and adequate losses. The lower number of seedlings germinated on the plots with soil preparation 3, but the number of surviving seedlings was still satisfactory and of good quality, too. On the plots with soil preparation 2 the substantially lower number of seedlings germinated than on the plots with soil preparation 1 and approximately the same or higher number of seedlings than on the plots with soil preparation 3, but their quality after three years turned out to be the worst of all investigated methods of soil preparation.

mechanical soil preparation; germination

SKOUPÝ, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Einfluß der mechanischen Bodenvorbereitung für die Keimung und Wachstum der Sämlinge von gemeiner Fichte. Lesnictví, 23, 1977 (3) :185-200.

Im Gebiet des Schulforstbetriebes in Kostelec nad Černými lesy haben wir in den Samenjahren der gemeinen Fichte (*Picea exc.* Link) die Versuchsflächen angelegt, und zwar an Waldtypen *Luzuleto pilosae-Abietum*, *Oxalideto-Abietum typicum*, *Equiseto-Abietum* und *Carpineto-Fagetum* l. p. *Carex digitata*, *Galium scabrum*. Auf diesen Flächen wurden die Samenmesser zum Zweck der Ermittlung von Sa-

menernte untergebracht und drei Arten der mechanischen Bodenvorbereitung geprüft mit dem Ziel, ihren Einfluß auf die Keimfähigkeit und Wachstum der Sämlinge der gemeinen Kiefer (*Picea excelsa* Link) auszuwerten: 1. Das Niederreißen des Rohhumus von den Versuchsflächen und das Durchgraben des Torfkrümels mit einer niedrigen Schicht von Mineralboden; 2. Das Niederreißen des Rohhumus von den Versuchsflächen ohne weitere Lockerung. 3. Das Durchgraben des Rohhumus, des Torfkrümels und des Mineralbodens; K — Kontrollflächen ohne Eingriff.

Zwischen den einzelnen Arten der Bodenvorbereitung erscheinen in der Gesamtbewertung beträchtliche Unterschiede. In allen verfolgten Waldtypen hat sich am besten die Bodenvorbereitung 1 und 3 bewährt. Auf den Versuchsflächen mit Bodenvorbereitung 1 keimte die größte Anzahl der Sämlinge im Vergleich zu anderen Arten der Bodenvorbereitung auf, ihre Abnahmen waren angemessen und die Sämlinge waren von sehr guter Qualität. Auf den Versuchsflächen mit der Bodenvorbereitung 3 keimten weniger Sämlinge auf als auf den Versuchsflächen mit der Bodenvorbereitung 1, jedoch die Anzahl der überlebenden Sämlinge war befriedigend und ihre Qualität sehr gut. Auf den Versuchsflächen mit Bodenvorbereitung 2 keimten wesentlich weniger Sämlinge auf als auf den Versuchsflächen mit der Bodenvorbereitung 1 und ungefähr die gleiche oder gewissermaßen größere Menge von Sämlingen als auf den Versuchsflächen mit der Bodenvorbereitung 3, ihre Qualität war jedoch nach drei Jahren die niedrigste von allen verfolgten Arten der Bodenvorbereitung.

mechanische Bodenvorbereitung; Keimung

SKOUPÝ, J. (Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy). Influence de la préparation mécanique du sol sur la germination et la croissance des semis d'épicéa commun. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 185-200.

Nous avons établi dans la sphère de l'entreprise forestière-école à Kostelec nad Černými lesy, au cours des années de semence de l'épicéa commun, des parcelles d'expérience sur les types forestiers *Luzuleto pilosae-Abietum*, *Oxalideto-Abietum typicum*, *Equiseto-Abietum* et *Carpineto-Fagetum*, accompagnés de *Carex digitata* et *Galium scabrum*. Sur les surfaces nous avons installé les graino-mètres pour identifier les rendements en graines et éprouver les trois modes suivants de la préparation mécanique du sol, en vue d'évaluer leur influence sur la germination et la croissance des semis d'épicéa commun (*Picea excelsa* Link), à savoir: 1. L'arrachement de l'humus brut à partir des placettes et le perçement du mull à faible couche de terre minérale; 2. l'arrachement de l'humus brut à partir des placettes sans procéder à l'ameublement ultérieur; le perçement de l'humus brut, du mull et du terrain minéral; K. les placettes témoins sans aucune intervention.

Entre les modes particuliers de préparation du sol il existe, quant à l'estimation totale, des différences considérables. Dans tous les types forestiers suivis c'est la préparation du sol 1 et la préparation du sol 3 qui ont fait les meilleures preuves. Sur les surfaces où l'on a appliqué la préparation du sol 1 on a constaté la germination du nombre le plus élevé de semis, comparativement à tous les autres modes de préparation du sol, leur diminution étant adéquate et les semis accusant une très bonne qualité. Sur les placettes où l'on a appliqué le mode de préparation 3 le nombre de semis germés a été moindre que celui sur les placettes où l'on a appliqué le mode de préparation du sol 1, mais le nombre de semis survivants était satisfaisant et leur qualité très bonne. Sur les placettes où l'on a appliqué le mode de préparation du sol 2, le nombre de semis germés était sensiblement moindre que celui sur les placettes où l'on a appliqué le mode de préparation du sol 1, ce nombre de semis étant à peu près le même ou quelque peu plus élevé que celui sur les placettes où l'on a appliqué le mode de préparation du sol 3, mais leur qualité était, au bout de trois ans, la plus faible de celles que donnaient tous les trois modes de préparations du sol suivis.

préparation mécanique du sol; germination

Adresa autora:

Doc. Ing. Jiří Skoupy, CSc., Vědecký lesnický ústav VŠZ, Kostelec nad Černými lesy

ZLEPŠOVÁNÍ CHOVU MUFLONÍ ZVĚŘE V ČSR

J. Lochman

LOCHMAN, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Zlepšování chovů mufloní zvěře v ČSR. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 201-220.

Na základě rozboru početních stavů mufloní zvěře v ČSR a zhodnocení její kvality podle vyprodukovaných trofejí, je podáván návrh na zařazení všech chovů v ČSR do kategorií I. až IV., charakterizovaných kvalitou trofejí. Tato kategorizace má sloužit jako základ pro soustavné a cílevědomé zlepšování kvality našich chovů mufloní zvěře. Pro podporu nejkvalitnějších chovů a jejich maximálního rozšíření na úkor silného omezování chovů nejhorších nebo pouze průměrných. Je podáván také návrh na vytváření oblastí pro chov mufloní zvěře a na podmínky vysazování mufloní zvěře na nové lokality. Věříme, že realizace navrhovaných opatření povede k podstatnému a urychlenému zlepšení chovů mufloní zvěře v ČSR a vytvoří daleko širší základnu pro produkci nejsilnějších trofejí této zvěře. K tomu je však vedle realizování našich návrhů zapotřebí také podstatně účinnější kontroly plnění úkolů spojených s chovem této zvěře a vyžadování patřičné odpovědnosti a disciplíny.

chov mufloní zvěře; kategorizace; početní stavy zvěře

Úspěchy, které jsme dosáhli v chovu mufloní zvěře v naší republice, jsou všeobecně známy. Na základě těchto výsledků se považujeme za světovou velmoc v chovu této zvěře. Tento názor sdílí i zahraniční veřejnost přesvědčovaná neustále našimi úspěchy na mezinárodních výstavách.

Mufloní zvěři však nebyla u nás dosud věnována patřičná pozornost. V našem chovu mufloní zvěře není zatím zaveden jednotný řád a nejsou ujednaceny chovatelské zásady. Rozvoj mufloní zvěře je v současné době charakterizován živelností, motivovanou hlavně dosažením vysokých stavů nebo zavedením mufloní zvěře na nové lokality. Toto tvrzení lze dokumentovat prudkým vzestupem stavů mufloní zvěře, ke kterému došlo zvláště v posledních pěti letech. Jako každá situace vzniklá živelným jednáním je i dnešní stav v chovu mufloní zvěře v ČSR značně nepřehledný, špatně kontrolovatelný a objevují se v něm některé prvky, které signalizují nedostatky vážného charakteru. Je to především neřízený nárůst stavů, ponechávání holé zvěře bez redukčních zásahů, neřízené přemísťování zvěře na nové lokality, zanedbávání zásad průběžného odstřelu a další.

Tyto nedostatky je třeba podchytit, energicky zastavit a vhodnými účinnými opatřeními je z chovu mufloní zvěře vymýtit.

PŘEHLED LITERATURY

V evropské literatuře převládají o mufloní zvěři práce německých autorů, kteří věnovali této zvěři zatím nejvíce pozornosti. V jiných státech byl chov této zvěře, hodnoceno podle početnosti publikovaných prací, více méně opomíjen. Výjimku z tohoto pravidla tvoří v nejnovější době Maďari, inspirováni pravděpodobně budapešťskou světovou výstavou myslivosti a rybářství, jejichž práce o dědičnosti a tvaru mufloních toulců (Fabian 1973), o morfologii mufloních toulců a jejich růstových normách (Bán, Izrael 1973), o kvalitě mufloních populací v Maďarsku (Izrael 1973a), návrh na změnu mezinárodního hodnocení mufloních toulců jako lovecké trofeje (Bán, Fodor, Izrael 1973) a návrh opatření, která mají zvýšit kvalitu mufloní zvěře v Maďarsku (Izrael 1973b), publikované všechny v roce 1973, představují novou vlnu zájmu o mufloní zvěř. Z monografických publikací zabývajících se muflonem známe německé práce z roku 1935 (Schmidt V.), z roku 1963 (Dauster K. H.) a z roku 1965 (Türcke F., Schmincke S.) a polskou práci z roku 1951 (Szcepowski J.). V naší literatuře jsou početnější zmínky o mufloní zvěři přibližně v padesátých letech, kdy se tato zvěř začala u nás podstatněji rozšiřovat a prosazovat. V šedesátých letech se zabýval mufloní zvěří podrobněji Mottl (1959), který také v roce 1960 napsal monografii o této zvěři. Nesmíme však zapomenout na Turčeka, který již v roce 1919 vydal v Bratislavě rozsahem menší brožuru o mufloní zvěři na Slovensku. K otázce kvality mufloní zvěře a perspektivě jejího rozvoje se také vyjadřoval Nečas v letech 1965 a 1969. V době nejnovější se zabýval problematikou chovu mufloní zvěře v ČSR a kvalitou jejich trofejí Lochman (1971, 1972, 1974, 1975) a v SSR Škultěty (1973).

Chov mufloní zvěře v oborách v ČSR byl námětem práce Lochmana a Bendové (1975). Autoři Hromas, Lochman a Macourek se ve své publikaci o loveckých trofejích v ČSR z roku 1974 zmiňují též o chovatelských zásadách platných pro mufloní zvěř ve volných honitbách i v oborách.

ROZŠÍŘENÍ A POČETNÍ STAVY

Podle údajů A. Dyka bylo v roce 1937 hlášeno v Čechách a na Moravě 736 kusů mufloní zvěře. Silnější vzestup stavů je vidět až po druhé světové válce. Mottl (1960) uvádí, že v roce 1948 bylo v ČSR hlášeno 1745 kusů mufloní zvěře, v roce 1951 2417 kusů a v roce 1954 2832 kusů této zvěře. V roce 1967 byla poprvé překročena hranice 5000 kusů a od té doby je možno zaznamenat prudký nárůst stavů mufloní zvěře, který se prakticky nezastavil až do současné doby (tabulka I). V roce 1974 to bylo již 9275 hlášených kusů mufloní zvěře, v roce 1975 dokonce již 10 144 kusů. To znamená v necelých deseti letech zdvojnásobení stavů. Tento prudký nárůst stavů je v určitém souladu s koncepcí dlouhodobého vývoje naší myslivosti, která však předpokládala v roce 1975 dosažení stavu ve výši pouze 9000 kusů a teprve v roce 1980 mělo být dnešních 10 000. Skutečnost tedy zase jednou předběhla plán, avšak v tomto případě není možno o tom mluvit jako o jevu žádoucím. Naše myslivecká veřejnost si

I. Vývoj stavů a lovu mufloní zvěře v ČSR. — Development of stocks and shooting of Moufflon game in Bohemia

Rok	Normo- vaný stav v ks	JKS		Lov zvěře			Úhyn v ks
		ks	NS = 100 %	plán	skutečnost		
				ks	ks	%	
1937		736					
1948		1 745					
1951		2 417					
1954		2 832					
1967	4812	5 219	108,5	1519	926	61,0	124
1968	5117	6 211	121,4	1788	946	52,9	130
1969	5068	6 451	127,3	2221	1474	66,4	246
1970	5355	6 904	128,9	2188	1310	59,9	272
1971	5591	7 420	132,7	2407	1440	59,8	211
1972	5322	7 968	149,7	2714	1613	59,4	169
1973	6311	8 393	133,0	2898	1890	65,2	181
1974	6892	9 275	134,6	3097	2026	65,4	291
1975	7454	10 144	136,0	3573	2547	71,5	251
1976		10 711					

zase jednou vyložila po svém direktivu státního plánu. Přestal se plnit plán odstřelu (po celou tu dobu se pohybuje kolem 60 %), hlavně plán odstřelu holé zvěře, a dbalo se jenom na namnožení stavů bez ohledu na kvalitu, vnitřní složení populace a na průběrný odstřel. Rozmnožování také pomohly mírnější zimy v poslední době, takže dnes máme mufloní zvěř namnoženou na množství skoro nežádoucí se všemi dobrými, ale i špatnými vlastnostmi a vlohami. Tato situace se musí radikálně změnit. Je třeba upozornit a přesvědčit všechny rozhodující složky lidosprávy, aby okamžitě s plnou odpovědností a důrazem této situaci čelily. Je třeba vydat pokyn všem uživatelům honiteb, že jakékoli další rozmnožování mufloní zvěře nebude trpěno a že je třeba urychleně a důsledně přejít ke zkvalitňování namnožené zvěře, někde třeba i za cenu likvidace celých chovů, jsou-li vyložení podprůměrná. Naši chovatelé mufloní zvěře si zde vybrali cestu, která byla pouze na první pohled snadná, ve skutečnosti je velmi náročná a obtížná. Řízení a cílevědomé zvyšování stavů rozmnožováním pouze nejjakostnějších chovů by bylo sice pomalejší, ale bylo by vedlo dříve k dosažení vytčených cílů. Tyto cíle vidíme především v podstatném zvýšení podílu nejsilnějších trofejí, tj. asi od 220 bodů CIC výše, nikoliv v nadprodukcii trofejí kolem 180 až 190 bodů CIC. K dosažení těchto cílů potřebujeme samozřejmě rozšiřovat produkční základnu, měli bychom se však už jednou sjednotit na zásadě, že rozšiřována bude pouze nejjakostnější zvěř a na nejvhodnějších lokalitách. Bez direktivních opatření a daleko účinnějších forem kontroly než na jaké jsme zvyklí, bude asi těžko

další chovatelská práce úspěšná. Je také naprosto nutné její účinné propojení s veterinární kontrolou.

V roce 1973 bylo podle státní statistiky v ČSR 8393 kusů jarních kmenových stavů mufloní zvěře (tabulka I). Podle našeho šetření, které bylo vztaženo také k roku 1973, činily jarní kmenové stavy mufloní zvěře 8249 kusů. Z toho žilo ve volných honitbách 5786 kusů a v oborních chovech 2463 kusů. V procentuálním vyjádření žilo přes 70 % (70,10) veškeré mufloní zvěře ve volných honitbách, což je v souladu se zjištěním učiněným již v roce 1969, kdy ve volných honitbách v ČSR žilo přes 72 % veškeré mufloní zvěře. To mění s konečnou platností představu o tom, že mufloní zvěř je hlavně zvěř oborní. Nárůst stavů postihuje tedy volné honitby i obory zhruba stejným dílem. Z 5786 kusů žijících ve volných honitbách připadá pouze asi 45 % (45,16) na honitby státní, skoro 55 % (54,84) na honitby pronajaté mysliveckým sdružením. Hodnoceno podle krajů byly v roce 1973 nejvyšší stavy mufloní zvěře ve volných honitbách kraje Jihomoravského, Severočeského a Severomoravského. Nejnižší stavy pak vykazují kraje Středočeský a Jihočeský (tabulka II). Výměry udávané

II. Stavy mufloní zvěře ve volných honitbách v ČSR podle krajů v roce 1973. — Stocks of moufflon game in open hunting districts in the Czech Socialist Republic, according to regions in 1973

Kraj	Výměra celkem v ha	Z toho lesa v ha	JKS 1973				Státní honitby JKS	MS JKS
			♀	♂	♀	celk.		
			ks	ks	ks	ks		
Severočeský	124 231	80 817	418	461	243	1122	455	667
Západočeský	60 756	36 371	231	231	136	598	351	247
Jihočeský	93 567	62 969	185	208	102	495	161	334
Středočeský	37 285	22 890	147	174	93	414	166	248
Východočeský	67 820	39 306	332	380	215	927	363	564
Jihomoravský	98 872	64 239	451	457	268	1176	565	611
Severomoravský	120 658	80 862	373	410	242	1025	552	502
						+ 29 nově vysazeno		
Celkem	603 189	387 454	2137	2321	1299	5786	2613	3173

v této tabulce mají pouze informativní charakter, protože jsou zde uváděny výměry celých honiteb, nejenom jejich částí bonitovaných pro chov mufloní zvěře.

Oborní chovy jsou nejpočetnější v kraji Středočeském, Jihomoravském a Západočeském (tabulka III). Celkem je chována mufloní zvěř ve 24 oborních objektech, nejvyšší počty této zvěře žijí v oborách Studánka, Klentnice, Vlková, Přehrada, Velký Rybník a Lány.

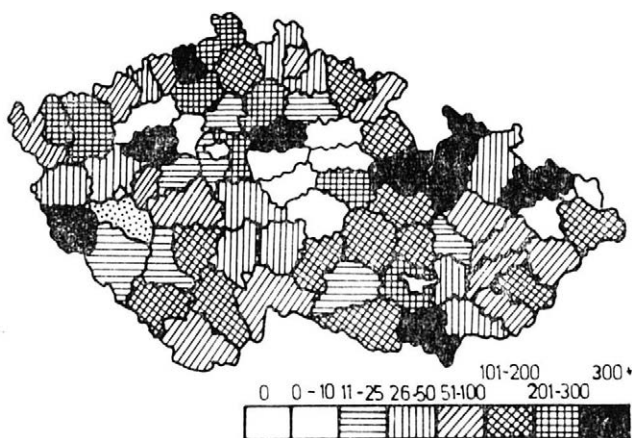
Pořadí 10 okresů s nejvyššími jarními kmenovými stavy mufloní zvěře ve volných honitbách je toto:

III. Stavy mufloní zvěře v roce 1974 v oborách ČSR. — Moufflon game stocks in Bohemian game preserves in 1974

Kraj	Lesní závod	Název obory	Výměra v ha	JKS 1974
Středočeský	Nymburk	Vlkov	140,00	113
	Mladá Boleslav	Žehrov	306,00	110
	Lužná	Libeň	112,85	70
	Konopiště	Vlková	397,21	163
	Lány	Lány	2786,00	153
	PLO-VÚLHM Zbraslav	Březka	206,22	63
Celkem				672
Jihočeský	Bechyně	Obůrka	118,00	32
	Hluboká nad Vlt.	Stará Obora	1542,17	99
Celkem				131
Západočeský	Horšovský Týn	Čertáno	531,00	134
	Horšovský Týn	Podraznice	184,00	48
	Horní Blatná	Velký Rybník	293,54	159
	Sokolov	Studánka	396,07	197
Celkem				538
Severočeský	Doksy	Žižkův Vrch	99,17	61
Celkem				61
Východočeský	Hořice	Holovousy	16,90	6
	Opočno	Opočno	217,00	109
	Chlumec n. C.	Kněžičky	702,00	130
	Ronov n. D.	Janovice	820,00	45
	Nasavrky	Slavice	618,00	80
Celkem				370
Jihomoravský	Kuřim	Přehrada	515,36	162
	Vel. Meziříčí	Obora	152,99	46
	Židlochovice	Pálava	299,00	107
	Židlochovice	Klentnice	490,00	172
Celkem				487
Severomoravský	Frenštát p. R.	Hukvaldy	447,00	104
Celkem				104
Celkem				2363

okres	JKS 1973 hon. státní	počet honiteb	JKS 1973 MS	počet honiteb	JKS 1973 celkem	počet honiteb celkem
Šumperk	206	5	217	15	423	20
Ústí n. O.	119	2	245	15	364	17
Ústí n. L.	130	2	212	13	342	15
Opava	166	4	157	11	323	15
Brno-venkov	141	3	94	4	235	7
Litoměřice	93	2	120	5	213	7
Děčín	77	4	134	7	211	11
Gottwaldov	102	6	90	9	192	15
Domažlice	135	2	34	4	169	6
Trutnov	57	2	108	6	165	8

Oproti roku 1972, kdy bylo podle jarních kmenových stavů ve volných honitbách toto pořadí okresů: Ústí n. O. 396 ks, Ústí n. L. 353 ks, Šumperk 302 ks, Brno-venkov 231 ks, Domažlice 224 ks, Děčín 211 ks, Opava 200 ks, Svitavy 1945 ks, Znojmo 163 ks, Litoměřice 162 ks, Gottwaldov 160 a Trutnov 133 ks, je možno konstatovat enormní nárůst stavů v okrese Šumperk a Opava a silný nárůst v okresech Gottwaldov a Litoměřice. Oproti tomu citelně poklesly stavy na okresech Svitavy a Domažlice. Stálé stavy bez podstatnějších výkyvů si udržují okresy Děčín, Brno-venkov a Ústí n. L.



1. Jarní kmenové stavy mufloní zvěře v jednotlivých okresech ČSR (rok 1973). — Spring mouflon stock in ČSR, 1973

Z celkového počtu 74 okresů v ČSR je vykazována mufloní zvěř ve volných honitbách 61 okresů. Nežije volně zatím v těchto okresech: Kutná Hora, Kladno, Praha-východ, Kolín, Tábor, Louny, Havlíčkův Brod, Hradec Králové, Pardubice, Břeclav, Karviná, Ostrava a Nový Jičín. V některých těchto okresech žije mufloní zvěř alespoň v oborách, takže úplně bez této zvěře jsou pouze okresy Kladno, Kolín, Hradec Králové, Pardubice, Karviná, Ostrava, Nový Jičín a Havlíčkův Brod. Jde vesměs o oblasti nevhodné pro chov mufloní zvěře, kromě okresu Havlíčkův Brod. Je skutečně překvapující, že tento okres, kde jsou velmi dobré podmínky pro chov mufloní zvěře, ji ještě nezavedl. Hustotu zazvěření okresů mufloní zvěří znázorňuje graficky mapa na obr. 1.

KVALITA MUFLONÍ ZVĚŘE

Přehled nejsilnějších trofejí mufloní zvěře ulovených v poslední době podává tabulka IV. Jsou zde uváděny trofeje pouze od roku 1960 (s výjimkou trofeje A. Podolského, která byla až do roku 1974 světovým rekordem), aby představa o kvalitě mufloních populací v současné době byla co nejpřesnější. V tabulce jsou uváděny pouze nejsilnější trofeje oceněné více než 205 body CIC, tzn. zlatou medailí. Převážná většina těchto trofejí byla podrobena oficiálnímu hodnocení na celostátních nebo mezinárodních výstavách loveckých trofejí. Je zařazeno pouze několik málo trofejí, které byly hodnoceny pouze ve VÚLHM Zbraslav. Situace je tímto způsobem jistě poněkud zkreslována, protože řada silných trofejí nebyla vystavována nebo oficiálně hodnocena, avšak celkový dojem získává takto značně na objektivnosti.

Mapa na obr. 2 podává přehled o místech ulovení nejsilnějších trofejí a velmi názorně dokumentuje lokality s nejjakostnějšími chovy mufloní zvěře.

2. Výskyt nejsilnějších mufloních trofejí v ČSR. Kroužky označují výskyt trofejí ohodnocených zlatou medailí. — Occurrence of the best mouflon trophies in ČSR. Occurrence of the trophies awarded the gold medal is indicated by circlets



NÁVRH NA KATEGORIZACI CHOVŮ MUFLONÍ ZVĚŘE

Na základě údajů o početních stavech mufloní zvěře, o kvalitě našich chovů této zvěře, na základě získaných zkušeností a konaných pozorování podáváme návrh na zařazení chovů mufloní zvěře do čtyř kategorií podle jejich kvality. Náš návrh nemá nahrazovat bonitování honiteb pro mufloní zvěř ani rajonizaci, má pouze vnést základní pořádek do chovů mufloní zvěře a umožnit rozvoj progresivních postupů při jeho dalším zvelebování.

Pro jednotlivé kategorie jsme zvolili toto označení a definici:

Kategorie I: chovy mufloní zvěře s nejlepší kvalitou.

Ia: chovy vynikající, produkující trofeje silnější než 230 bodů CIC.

Ib: chovy výborné, produkující trofeje od 220 do 230 bodů CIC.

Kategorie II: chovy dobré, špičkové trofeje od 210 do 220 bodů CIC.

Kategorie III: chovy průměrné, špičkové trofeje 200–210 bodů CIC.

Kategorie IV: chovy podprůměrné, špičkové trofeje do 200 bodů CIC.

IV. Přehled nejsilnějších trofejí mufloní zvěře ulovených v ČSR od roku 1960. — Survey of the best moufflon trophies caught in Bohemia since 1960

Poř. čís.	Kraj	Okres	Honitba	Jméno lovce	Rok ulovení	Body CIC	Věk
1.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Šrámek Fr.	1974	240,65	9
2.	SvČ	Ústí n. Labem	Chvalov	Podolský A.	1957	236,95	9
3.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Hudák J.	1970	236,15	8
4.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Sieberz H.	1967	233,10	8
5.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Vercelli	1971	233,40	8
6.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Šrámek Fr.	1972	232,00	9
7.	VČ	Trutnov	Pilnikov	Středa O.	1973	229,15	9
8.	VČ	Ústí n. Orlicí	Orlické Podhůří	Šroler J.	1970	227,50	9
9.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Hájek J.	1962	226,75	6
10.	SvČ	Děčín	Rumburk	Portyš M.	1967	226,00	8
11.	StČ	Praha západ	Březka-obora	Jindra J.	1970	225,90	10
12.	SvČ	Děčín	Rumburk	Lenhart W.	1970	225,30	7
13.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Valeš M.	1964	224,95	7
14.	JM	Uherské Hradiště	Nezdenice	Žulpík O.	1967	224,05	7
15.	JM	Kroměříž	Horní Roveň	Kasala K.	1961	223,70	11
16.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Balabán K.	1963	223,15	7
17.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Egrt J.	1963	222,70	7
18.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Forejtek J.	1967	221,35	10
19.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Sklenář J.	1970	221,35	9
20.	SvČ	Děčín	Karlovo údolí	Horák M.	1960	220,50	8
21.	SvČ	Litoměřice		Rheinhold J.	1970	219,85	
22.	StČ	Nymburk	Kersko	Kraus M.	1963	219,55	
23.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Galli H.	1969	219,15	7
24.	SvČ	Děčín	Karlovo údolí	Košťák J.	1962	218,45	7
25.	SvČ	Ústí n. Labem	Lochočice	Jeřábek M.	1969	218,35	5
26.	JM	Uherské Hradiště	Záhorovice	Koudela M.	1962	218,05	5
27.	JM	Uherské Hradiště	Nezdenice	Žulpík O.	1963	218,00	
28.	ZČ	Sokolov	Studánka-obora	Buchert H.	1970	217,85	6
29.	SM	Opava	Vítkov	Baránek J.	1970	216,20	
30.	JM	Uherské Hradiště	Skalky	Bosák F.	1960	215,85	7
31.	ZČ	Karlovy Vary	Karlovy Vary	Matějů J.	1968	215,15	5
32.	StČ	Nymburk	Starý Vestec	Kadeřávek J.	1967	214,25	5
33.	VČ	Trutnov	Vlčkovice	Moravec A.	1965	214,15	6

34.	JČ	Prachatice	Prachatice	Klabouch V.	1960	214,00	9
35.	SvČ	Ústí n. Labem	Lochočice	Hennig F.	1969	213,95	4
36.	JM	Uherské Hradiště	Záhorovice	Bosák F.	1961	213,80	6
37.	ZČ	Sokolov	Studánka-obora	Štauffer M.	1970	213,70	6
38.	JM	Břeclav	Klentnice-obora	Brixner L.	1970	213,45	7
39.	JM	Uherské Hradiště	Buchlovice	Kunert Z.	1969	213,40	7
40.	SvČ	Děčín	Rumburk	Zaoral M.	1969	213,10	6
41.	JM	Hodonín	Suchov	Pšurný A.	1963	213,10	6
42.	SvČ	Teplice	Rtyně n. B.	Machoň F.	1968	212,90	7
43.	ZČ	Domažlice	Karlova Huť	Bartoš F.	1960	212,70	8
44.	SvČ	Ústí n. Labem	Lochočice	Šlapák J.	1966	212,65	6
45.	SvČ	Česká Lípa	Ralsko	Rost R.	1968	212,35	7
46.	SvČ	Česká Lípa	Ralsko	Zajíc L.	1968	212,00	5
47.	SvČ	Litoměřice	Dlouhý Vrch	Hainz F.	1961	211,40	6
48.	SvČ	Ústí n. Labem	Sedlo	Dohnal M.	1964	211,25	7—8
49.	SvČ	Ústí n. Labem	Dubice	Mikeš P.	1970	211,15	7
50.	VČ	Svitavy	Mor. Třebová	Horáček S.	1969	211,05	5
51.	SvČ	Teplice	Rtyně	Růžička J.	1969	210,85	4
52.	VČ	Ústí n. Orlicí	Zaječiny	Hojgr A.	1970	210,40	8
53.	JM	Hodonín	Strážnice	Stibůrek M.	1969	210,10	6
54.	JM	Brno venkov	Lažánky	Šimek M.	1969	209,80	7
55.	VČ	Ústí n. Orlicí	Žamberk	Ochs A.	1969	209,80	8
56.	SvČ	Česká Lípa	Ralsko	Žáček V.	1964	209,65	8
57.	VČ	Rychnov n. Kněžnou	Opočno-obora	Cinzano A. M.	1969	209,20	9
58.	JM	Prostějov	Kladky	Wdowka K.	1968	208,95	6
59.	SvČ	Ústí n. Labem	Lochočice	Šlapák J.	1964	208,85	8

Význam kategorie Ia by měl být přenesen do sféry celospolečenské a se zvěří z těchto chovů by se mělo zacházet jako s cenným majetkem celého státu. Uživatelé honiteb zařazených do této kategorie musí respektovat tyto okolnosti a přizpůsobit jim hospodaření s mufloní zvěří. Zvěř z těchto oblastí bude sloužit jako základní kmenový materiál nejvyšší kvality pro zazvěřování nových oblastí, pro zlepšování stávajících populací, ev. pro jejich výměnu. Dalším posláním je produkce kapitálních trofejí, nejsilnějších v našem státě, a tím i na celém světě. K zajištění těchto hlavních úkolů je třeba zajistit především početní i geografické rozšíření mufloní zvěře v oblastech zařazených do této kategorie, třeba i na úkor jiné zvěře chované v těchto oblastech. Dále je třeba zachovat dnešní podmínky v těchto oblastech i za cenu mimořádných opatření. Dnešními podmínkami se rozumí zejména úživnost prostředí, intenzita péče o zvěř, organizační a kádrová situace. Zvěř z těchto oblastí by měla být, kromě nezbytného selekčního a sanitárního odstřelu, v maximální možné míře odchytávána živá za ceny zvláště upravené a pro uživatele výhodné a přemísťována na jiné lokality. Předmětem lovu by kromě nezbytného průběžného odstřelu měli být pouze nejsilnější trofejoví jedinci. Celkové hospodaření s mufloní zvěří na těchto lokalitách by mělo být centrálně řízeno, hlavně rozšiřování zdejší zvěře na nové lokality. Živá mufloní zvěř z honiteb zařazených do této kategorie nesmí být vyvážena za hranice ČSSR.

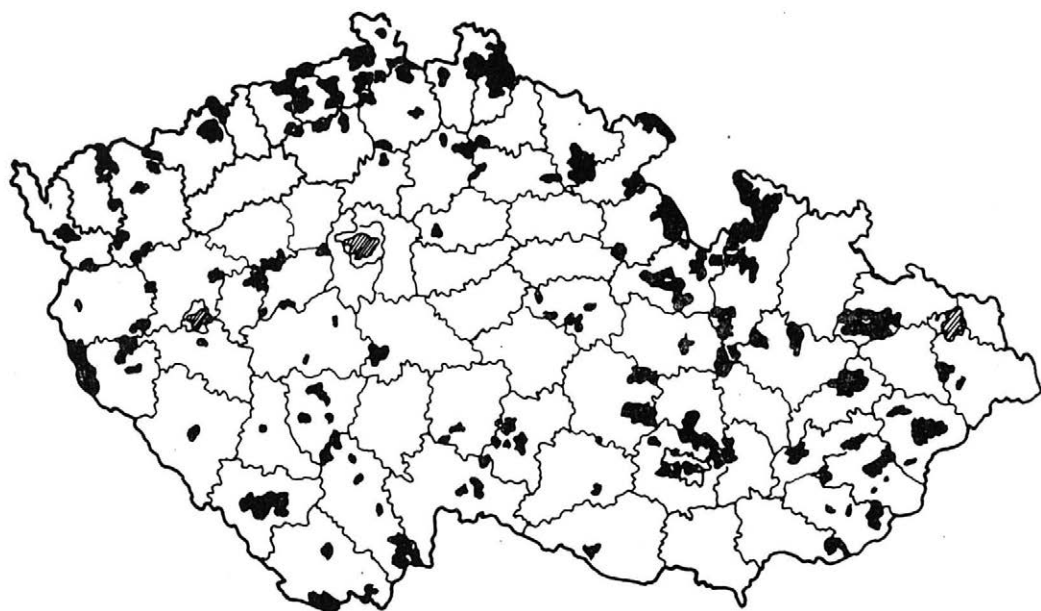
Kategorie Ib má sloužit také pro maximální namnožení zdejší zvěře a pro produkci velmi silných trofejí, nevyžaduje se zde však celospolečenské zaměření a centrální dohled. Hlavním cílem je za neustálého zlepšováním životního prostředí zvěře a celoroční péče o zvěř. Zvěř z honiteb kostní zvěře na zazvěřování jiných lokalit. Využívat opět maximálně odchytu zvěře, lov odstřelem zaměřit jednak na kusy nejslabší, jednak na trofejově nejvzrálější. Uživatelé honiteb zařazených do této kategorie by měli v plné míře využívat možných podpor a dotací, které budou k dispozici po zajištění úkolů v kategorii Ia. Také z honiteb zařazených do této kategorie nesmí být vyvážena živá mufloní zvěř za hranice ČSSR.

Kategorie II má ještě vysokou intenzitu chovu se soustavnou snahou o zvýšení kvality buď dodáváním zvěře z prvních kategorií, nebo zlepšováním životního prostředí zvěře a celoroční péče o zvěř. Zvěř z honiteb zařazených do této kategorie může být též používána při zazvěřování nových honiteb, nebude-li k tomuto účelu postačovat kapacita kategorií Ia a Ib. Zvěř z honiteb v této kategorii může být vyvážena za hranice ČSSR, avšak pouze v případech zvláště uvážných, pro vybrané partnery.

Kategorie III zahrnuje lokality, které sice občas vyprodukují trofeje oceněné zlatou medailí (od 205 bodů CIC), přesto jsou však považovány za pouze průměrné, a to ještě spíše v záporném smyslu tohoto označení. V některých případech je sice možno vzhledem k danému prostředí a genetice chované zvěře uvažovat o přeřazení do kategorie II, většinou však jde o lokality, jejichž podmínky i kvalita zvěře neumožňují podstatnější zlepšení. Zvěř chovaná v honitbách zařazených do této kategorie nesmí být rozšiřována ani početně, ani územně, nesmí být používána k zazvěřování uvnitř státu. Jsou-li v některých případech stavy zvěře příliš početné, je nutno uvažovat o jejich snížení. Živou zvěř z těchto lokalit je možno bez omezení vyvážet za hranice ČSSR.

Kategorie IV, do které jsou zařazeny honitby s nejméně kvalitní zvěří,

by teoreticky měla postupně přestat existovat, prakticky je to však naše nejsilnější kategorie. Zde je třeba postupovat značně radikálně. V honitbách, kde jsou pro to podmínky, učinit vše potřebné pro zlepšení stavu, plně využívat možnosti výměny zdejší populace za zvěř kvalitnější. Kde podmínky nejsou, nařídít a zajistit podstatné omezení chovu mufloní zvěře, které by v nejhorších případech mělo vyústit do úplné likvidace. Mufloní zvěř z honiteb zařazených do této kategorie nesmí být v žádném případě přemísťována na jiné lokality v našem státě, ani nijak rozšiřována. Její vývoz za hranice našeho státu je možný, avšak s poznámkou, že jde o zvěř méně kvalitní.



3. Oblasti s výskytem mufloní zvěře. — Areas of moufflon occurrence

ZAŘAZENÍ CHOVŮ MUFLONÍ ZVĚŘE DO KATEGORIÍ UVÁDĚNÝCH V NÁVRHU

Kategorie Ia: do této kategorie je zcela jednoznačně a bez diskuse zařazována pouze jediná lokalita, jejímž centrem je režijní honitba Státních lesů Zaječiny, spravovaná Lesním závodem v Žamberku a Východočeskými státními lesy. Zvěř zde chovaná poskytuje již po dobu delší než deset let nejsilnější trofeje mufloní zvěře na světě, v roce 1974 zde byla ulovena trofej na světě vůbec nejsilnější. Honitba leží na rozhraní okresů Ústí nad Orlicí a Rychnov nad Kněžnou, v blízkosti polských hranic. Pro tuto honitbu platí v plné míře vše, co bylo řečeno v charakteristice jednotlivých kategorií. Zvláště je třeba zdůraznit nutnost zachování dosavadního vysokého stupně péče o zvěř v této oblasti a odbornost vedení, které je zajišťováno vedoucím polesí Zaječiny a zakladatelem zdejší populace s. J. Egrem.

Chov zvěře v této honitbě by měl být centrálně řízen MLVH, ve spolupráci s MZVŽ, prostřednictvím podnikového ředitelství Východočeských

státních lesů v Hradci Králové. Cílem je co možná největší produkce zdejší zvěře, její použití pro zazvěřování nejvhodnějších lokalit a současně produkce nejsilnějších trofejí. Je zde třeba vyhlásit chovatelskou oblast, kterou by mělo tvořit spolu se Zaječínami několik sousedních honiteb, aby tak bylo zajištěno dostatečné ochranné pásmo kolem zaječinské honitby a zároveň vytvořeny předpoklady pro samovolné rozšiřování zdejší mufloní zvěře. Uživatelé honiteb tvořící toto ochranné pásmo budou omezeni ve svém právu na využívání chovu mufloní zvěře, aby byla zachována kvalita této zvěře i při jejím rozšiřování. S honitbou Zaječiny sousedí na okrese Ústí nad Orlicí přímo honitby mysliveckých sdružení Kunvald a Kláštec nad Orlicí, na okrese Rychnov nad Kněžnou jsou to honitby mysliveckých sdružení Rokytice v Orlických horách a Bartošovice v Orlických horách a režijní honitba Lesního závodu v Rychnově. Z těchto honiteb, ev. i z dalších, ukáže-li se to nutné po podrobném průzkumu, by měla být vytvořena navrhovaná chovatelská oblast pro chov nejjakostnější mufloní zvěře v ČSSR a na světě. Chovatelská oblast by měla mít odborný dohled vědeckých pracovníků. Je třeba také plně využít veškerého materiálu, který poskytuje ulovená i odchycená zvěř, aby bylo získáno dostatečné množství biologických a ekologických poznatků o zvěři této populace. Pro zajímavost ještě uvádíme původ zaječinské mufloní zvěře. Podle J. Egrta (Myslivost 1975, č. 6) bylo v roce 1954 a 1955 dovezeno a do aklimatizační obůrky vypuštěno celkem 12 kusů mufloní zvěře. Z toho čtyři kusy pocházely z Opočenské obory, tři z děčinské zoologické zahrady a pět kusů z Choustníkova Hradiště. V červnu roku 1956 bylo z aklimatizační obůrky vypuštěno 25 kusů mufloní zvěře, ze které vlivem prostředí a péče člověka vyrostla do dnešních dnů nejlepší a nejkvalitnější populace mufloní zvěře na světě. Je škoda, že neznáme původ zvěře z děčinské zoo, ostatní dvě lokality jsou známé svojí kvalitou.

Honitba Zaječiny má celkovou výměru 2112 ha, z toho je 1682 ha lesa, 425 ha orné půdy a 5 ha jiných pozemků. Jarní kmenový stav v roce 1973 byl hlášen ve výši 90 kusů (36 muflonů, 39 muflonek a 15 muflončat). Produkce v roce 1972 činila 39 kusů, z toho 10 muflonů, 10 muflonek a 19 muflončat. Honitba je zařazena do III. jakostní třídy pro chov mufloní zvěře, normovaný stav je určen na 50 kusů. Tyto poslední dva údaje charakterizují dosavadní malý zájem o tuto lokalitu.

Kategorie Ib — má zahrnovat výborné chovy produkující trofeje od 220 do 230 bodů CIC. Do této kategorie určujeme pouze dvě volné honitby a dvě obory. Z volných honiteb je to honitba MS v Orlickém Podhůří na okrese Ústí nad Orlicí, kde byla vysazena zvěř ze Zaječín. S touto honitbou sousedí MS Brandýs nad Orlicí, MS Dolní a Horní Libchavy, které by mohly vytvořit ochranné pásmo a zároveň oblast chovu velmi jakostní mufloní zvěře. Další volnou honitbou v této kategorii je režijní honitba LZ v Rumburku, Karlovo údolí. Tato honitba má výměru 1590 ha a jarní kmenový stav mufloní zvěře v roce 1973 byl nahlášen ve výši 43 kusů.

Do této kategorie jsou také zařazeny dvě obory, které v současné době mají nejkvalitnější mufloní zvěř. Je to především obora Lesního závodu v Opočně, která již dlouhou dobu dosahuje velmi dobrých chovatelských výsledků. Navíc ještě řada silných trofejí zde byla ulovena zahraničními lovci a tak tyto trofeje unikly naší evidenci.

Velmi nadějný je také chov mufloní zvěře v oboře Klentnice patřící LZ v Židlochovicích. Tato obora byla uvedena do plného provozu teprve v posledních letech, bylo zde uloveno dosud velmi málo dospělých beranů, ale vynikající kvality. Vzhledem k vysoké úživnosti této obory ležící na úpatí Pavlovských vrchů a vzhledem k dobrému původu vysazené mufloní zvěře jsou dány předpoklady, aby se zdejší chov mufloní zvěře brzy zařadil mezi nejlepší.

Podle vyprodukovaných nejsilnějších trofejí by sem patřila ještě režijní honitba LZ ve Dvoře Králové, honitba mysliveckého sdružení Nezdenice-Záhorovice a obora Březka. Jde však buď o trofeje již starší, které nemají následování, nebo o trofeje ojedinělé.

Kategorie II – zahrnuje dobré chovy, nejsilnější trofeje od 210 do 220 bodů CIC. Do této kategorie byly zařazeny tyto honitby: MS Nezdenice a MS Záhorovice z okresu Uherské Hradiště. Velmi dobré trofeje zde byly uloveny již v letech 1963 a 1962 a pak naposledy v roce 1967. Je však možno předpokládat dobré dědičné vlastnosti zdejší mufloní zvěře.

Další lokalitou zařazenou do této kategorie je režijní honitba Lesního závodu Buchlovice, patřící též do okresu Uherské Hradiště.

Z okresu Trutnov náleží do této kategorie režijní honitba Lesního závodu ve Dvoře Králové – Hradiště, dále honitby: MS Pilníkov, Choustníkovo Hradiště, Hájnice, Kočeře, Horní Ždár a Vlčkovice. Celkový stav mufloní zvěře v této oblasti tvořené zmíněnými honitbami je kolem 100 kusů. V této oblasti byla sice ulovena v roce 1973 trofej ohodnocená na 229 bodů CIC, je však zatím ojedinělá. Zdejší zvěř má velmi dobré dědičné předpoklady, které vynikly zvláště na zaječinské lokalitě.

Na okrese Kroměříž jsou to honitby mysliveckých sdružení Horní Roveň, Přílepy, Ráztoka a Obřany. Tyto honitby tvoří chovatelskou oblast, kde je již po řadu let uplatňováno centrální řízení. Bohužel jsou zde však příliš nízké kmenové stavy zvěře, které umožňují produkci silných trofejí pouze ve dvou až tříletých intervalech.

V okrese Ústí nad Labem jsou to honitby MS Chvalov, MS Přemysl Oráč (Lochočice), MS Dubice-Habrovany. Z této oblasti pochází druhá oficiálně nejsilnější trofej na světě. Oblast je zařazována pouze do druhé kategorie proto, že současně dosahované výsledky jsou o něco slabší. Místní zvěř však má velmi dobré vlohy k produkci silných trofejí. V listopadu 1975, byl v honitbě MS Přemysl Oráč – Lochočice uloven muflon, jehož trofej má kolem 220 bodů CIC.

Také sousední okres – Litoměřice – má velmi dobrou mufloní zvěř, hlavně v oblasti režijní honitby Lesního závodu pojmenované Dlouhý Vrch.

Okres Nymburk nemá sice ideální podmínky pro chov mufloní zvěře, přesto však zde existuje lokalita, kde se vyskytuje velmi dobrá mufloní zvěř. Středem této lokality je režijní honitba Lesního závodu v Brandýse Kersko, se kterou hraničí honitby mysliveckých sdružení Starý Vestec, Kounice a Chrást-Poříčany.

Na okrese Domažlice je to režijní honitba Karlova Huť patřící Lesnímu závodu v Horšovském Týně. Je zde zdravá silná zvěř, špičkových výsledků však zatím nedosahuje. Dobrou zvěř, má také Lesní závod Trhanov.

Na okrese Opava je to režijní honitba Vítkov patřící LZ Vítkov. Zdejší populace mufloní zvěře je poměrně mladá, zdá se však, že zde došlo k podobné kombinaci jako v Zaječínách, z hlediska kvality vysazené zvěře, vhodnosti prostředí a péče o zvěř.

Z okresu Rychnov nad Kněžnou je do této kategorie zařazena honitba mysliveckého sdružení Rokytnice v Orlických horách.

Dále se do této kategorie zařazují nové chovy mufloní zvěře, vzniklé v několika posledních letech vysazením zvěře z lokalit zařazených do kategorie I nebo II. Jde o tyto honitby:

MS Šemánovice a Sedlec na okrese Mělník, tvořící základ oblasti nazvané Kokořínské údolí. Byla sem vysazena mufloní zvěř z Horšovského Týna (Karlova Huť), z režijních honiteb LZ Litoměřice a z obory Březka.

MS Úhonice — Ptice na okrese Praha-západ. Původ zvěře: Horšovský Týn, Litoměřice.

Režijní honitby LZ v Kamenici nad Lipou, Dráždany a Johanka, odkud je zazvěřována mufloní zvěř rozsáhlá chovatelská oblast na okrese Pelhřimov. Původ zvěře: Zaječiny, Rumburk, Opočno, Litoměřice.

LZ Teplá, režijní honitba Štenská, okres Plzeň-sever. Vysazená zvěř je ze Zaječín, jde o výměnu populace.

MS Varvažov, okr. Písek, zvěř z Opočna. Honitba MS Kučeř, okr. Písek.

Z oborních chovů mufloní zvěře jsou do této kategorie zařazeny tyto objekty:

Je to obora Březka spravovaná VÚLHM v Jílovišti-Strnadlech. V roce 1970 a v roce 1975 zde byly sice uloveny dvě trofeje s bodovou hodnotou přes 220 bodů, které by opravňovaly k zařazení do kategorie vyšší. Mimo tyto dvě opravdu silné trofeje však ostatní odpovídaly pouze dobrému průměru.

Obora Studánka patřící oborovému podniku Státní statky v Sokolově. Je to obora nedávno založená, kde se začalo se sklizňovým lovem teprve v roce 1970 a již zde byly uloveny tři velmi dobré trofeje.

Obora Vlkov, LZ Nymburk. Tato obora má dobrý chovný materiál a po dokončení úprav vnitřního uspořádání lze očekávat ještě lepší výsledky.

Obora Velké Meziříčí spravovaná tímtož závodem má sice poměrně nízké stavy mufloní zvěře, ale velmi dobré kvality.

Obora Přehrada, LZ Kuřim, kde bylo zvláště v posledních letech dosaženo velmi dobrých výsledků.

Obora Žehrov, LZ Mladá Boleslav. Chov mufloní zvěře v této oboře se vyznačuje velmi dobrými rozlohami toulců. Tato vlastnost bude využita při dalších chovatelských pracích s mufloní zvěř.

Obora Janovice, LZ Ronov nad Doubravou, kde byla teprve v nedávné době vysazena zvěř ze Zaječín. Doposud byla ulovena jediná trofej, hned však s hodnotou kolem 230 bodů CIC. Tento oborní chov vypadá velmi slibně.

Kategorie III — chovy průměrné, špičkové trofeje 200 až 210 bodů CIC. Byly sem zařazeny lokality:

Honitby s mufloní zvěř na okrese Litoměřice mimo honitbu Lesního závodu Dlouhý Vrch.

Honitby mysliveckých sdružení Malhostice-Rtyně, Modlany a Milešov-Březina na okrese Teplice.

Režijní honitby Lesního závodu v Litoměřicích, Kundratice a Němčí, okres Ústí nad Labem.

Honitby mysliveckých sdružení Velké Březno, Malečov, Homole a Střekov, které tvoří chovatelskou oblast na okrese Ústí nad Labem.

Režijní honitba LZ Broumov, Javory, okres Náchod.

V okrese Rychnov nad Kněžnou honitby MS Uhřínov p. D., Boro-
hrádek-Velký les a honitba LZ Rychnov nad Kněžnou, Orlické hory.

MS Pelešany a MS Hrubá Skála na okrese Semily.

Režijní honitba LZ Moravská Třebová, Hartínkov, okres Svitavy.

Režijní honitba LZ Luhačovice, okres Gottwaldov.

MS Suchov a Velká nad Veličkou, okres Hodonín.

MS Špičák-Třešť, okres Jihlava.

MS Věžky-Netčice, okres Kroměříž.

MS Kladky, okres Prostějov.

MS Bojkovice, okres Uherské Hradiště.

Honitba Ralsko, okres Česká Lípa, MS Prysk a Karlovka z téhož okresu.

LZ Křivoklát, režijní honitby Skryje, Bušehrad a Kouřimec, okres Rakovník.

LZ Český Rudolec, režijní honitby Landštýn, Rožnov, okres Jindřichův Hradec.

LZ Prachatice, režijní honitba Prachatice, okres Prachatice.

Honitba Hradiště, okres Karlovy Vary.

LZ Horní Blatná, režijní honitba Horní Hrad a Jelení.

LZ Plzeň, režijní honitba Zabělá, okres Plzeň-sever.

LZ Zbiroh, režijní honitba Jablečno, MS Líšná a Mléčice, okres Rokycany.

Z oborních chovů jsou do této kategorie zařazeny tyto: Lány (Kancelář presidenta republiky), Obůrka Bechyně (LZ Tábor), Podražnice (LZ Horšovský Týn), Hájek – Velký Rybník (LZ Horní Blatná), Stará Obora (LZ Hluboká nad Vltavou), Pálava (LZ Židlochovice).

Kategorie IV – chovy podprůměrné, špičkové trofeje do 200 bodů CIC. Volné honitby okresů Benešov, Beroun, Mladá Boleslav, Příbram, Rakovník, mimo režijní honitby LZ Křivoklát, České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec kromě honitby Státních lesů, Písek kromě MS Kučeř, Prachatice, honitby MS a LMŠ Vimperk, Strakonice, Domažlice, Karlovy Vary, Cheb kromě režijní honitby LZ Planá, Klatovy, Plzeň-jih, Plzeň-sever kromě režijní honitby LZ Plzeň, Sokolov, Tachov, Česká Lípa kromě honitby Ralsko, MS Prysk a MS Karlovka, Děčín kromě režijní honitby LZ Rumburk (Karlovo údolí), Chomutov, Jablonec nad Nisou, Liberec, Most, Teplice (MS Jelenář), Ústí nad Labem (MS Chuděrov, Chvojenka, Povrly, Libouchec, Neštěmice), Chrudim, Jičín, Náchod kromě režijní honitby LZ Broumov – Javory, Trutnov (rež. honitba LZ Dvůr Králové – Vřeštov), Ústí nad Orlicí (režijní honitba LZ Lanškroun, MS: Králíky, Buková Hora, Hnátnice, Horní Dobrouč, Jamné, Knopovec, Lichkov, Orličky, Rudoltice, Těchonín a Ústí nad Orlicí II), Frýdek-Místek, Olomouc, Opava

kromě režijní honitby LZ Vítkov – lesy, Přerov, Šumperk, Vsetín, Bruntál, Blansko, Brno-město, Brno-venkov, Gottwaldov mimo režijní honitbu LZ Luhačovice, Hodonín (MS Vápenky), Jihlava kromě MS Špičák – Třešť, Třebíč kromě nově vysazené zvěře v režijní honitbě LZ Třebíč, Uher-ské Hradiště (MS Havříce, Bojkovice, Slezan, Trestná), Vyškov, Znojmo a Žďár nad Sázavou.

Z obor, kde se chová mufloní zvěř, jsou do této kategorie zařazeny Libeň (LZ Lužná), Vlková (LZ Konopiště), Čertáno (LZ Horšovský Týn), Žižkův Vrch (LZ Doksy), Kněžičky (LZ Chlumeck nad Cidlinou), Slavice (LZ Nasavrky) a Hukvaldy (LZ Frenštát pod Radhoštěm). Zde je v současné době mufloní zvěř vyměňována, je dovezena nová kvalitní zvěř z Opočna, ze Žamberku-Zaječiny a hlavně z režijní honitby LZ Vítkov – lesy.

Početnost této IV. jakostní kategorie je velmi nepříznivým jevem a dovoluje konstatování, že velká většina našich chovů mufloní zvěře je značně zanedbána a že je třeba radikální změny kvantity v kvalitu. Bylo by naprosto bezúčelné, pro naši společnost neúnosné a zcela proti zásadám zdravého rozumu, kdybychom připustili vývoj chovu mufloní zvěře do oblasti, kam jsme se dnes dostali s chovem zvěře srnčí a jelení. Mufloní zvěř nemůžeme chovat na zvěřinu, jediným přijatelným cílem je dobrá trofej. A pro tento cíl postačí podstatně méně zvěře, ale také podstatně lepší kvality.

Roztřídění všech chovů mufloní zvěře v ČSR do kategorií podle kvality a množství produkovaných trofejí je prvním pokusem svého druhu a je samozřejmě zatíženo řadou nedostatků vyplývajících z nedostatečných nebo rozdílných informací, ze zatajování některých kvalitních trofejí nebo z jejich nezveřejnění z jakéhokoliv jiného důvodu. Svoji negativní roli zde hraje také současný stav živelného nárůstu stavů této zvěře a postupné splývání nebo promísení se některých populací. Jsme si těchto nedostatků plně vědomi, a proto také nevylučujeme eventuální dodatečné přesuny mezi navrhovanými kategoriemi, zvláště pak po celostátní přehlídce loveckých trofejí, která se uskuteční v roce 1976 v Českých Budějovicích.

Možné přesuny lze očekávat hlavně mezi kategorií III. a IV., málo jich bude mezi kategorií III. a II., kategorie I. je zcela jednoznačná. Větší počet přesunů je snad možno očekávat u oborních chovů, kde se klade v současné době značný důraz na podstatné zkvalitnění chovů mufloní zvěře.

OBLASTI PRO CHOV MUFLONÍ ZVĚŘE

Pro mufloní zvěř jsou typické sezónní migrace, které zpravidla přesahují rozsah jedné honitby. Dochází pak k situacím, že zvěř se vyskytuje v sousedních honitbách. Tyto honitby zcela logicky hledají možnost, jak se na jejím chovu podílet buď zařazením do jakostní třídy pro chov mufloní zvěře, nebo povolením mimořádného odstřelu. Často jsou z těchto důvodů vyvolávány značné různice a nepříjemnosti mezi sousedy, zvláště v případě, že sousedí honitba státní a pronajatá. Někdy ve snaze zajistit svůj podíl na chovu zvěře, která takto přešla do honitby, dochází k přestupkům proti předpisům, ev. i proti zákonu. Pochopitelně, že tím trpí zase jenom zvěř, hlavně pak její kvalita.

Je proto vhodné pracovat obdobně jako u jelení zvěře s mufloní zvěří na větších celcích v rámci několika honiteb sdružených do oblasti pro chov této zvěře. Vytváření těchto oblastí nemá sice v současné době legislativní podklad, avšak jejich nutnost byla uznána v Konceptu rozvoje myslivosti ČR, kde se uvažuje o zřizování oblastí pro chov zvěře i u jiné spárkaté zvěře než jenom u jelení. Několik takových oblastí pro chov mufloní zvěře již úspěšně v praxi po několik let existuje a dokumentuje tak oprávněnost našich návrhů. V principu jde o to, že při zřízení a plánování chovu mufloní zvěře se bere v úvahu celá oblast výskytu určené populace, včetně lokalit, které jsou touto zvěří využívány pouze sezónně. Do oblasti jsou zařazovány pouze celé honitby, jejich podíl na využívání chované zvěře se stanovuje podle toho, jak zvěř využívá jejich honitby. Základem činnosti je společné sčítání zvěře v celé oblasti, ujednacení jarního kmenového stavu pro celou oblast, sestavení globálního plánu odstřelu pro celou oblast a dohoda o rozdělení tohoto plánu na jednotlivé honitby v oblasti. Další činností je pak společný plán péče o zvěř a jeho realizace. Řízení oblasti připadá příslušnému okresnímu národnímu výboru, přesahuje-li oblast do dvou nebo více okresů, pak tomu ONV, do kterého spadá největší podíl z oblasti. ONV jmenuje zpravidla poradní sbor oblasti, jehož členové jsou myslivečtí hospodáři nebo jiní představitelé jednotlivých honiteb, zástupce OV ČMS a Státních lesů. Chovatelská oblast vzhledem k tomu, že jde o životní prostor jedné populace, má mít jednotnou jakostní třídu. Normované stavy zvěře v oblasti by měly dosahovat alespoň 30 kusů mufloní zvěře, nižší počet nedovoluje normální hospodaření. Chov zvěře v oblasti musí být řízen tak, aby bylo dosaženo správného poměru pohlaví, vhodného zastoupení věkových tříd a co nejvyšší produkce dospělých mufloních beranů s dobrou trofejí. Nejvhodnější poměr pohlaví je jako u jiných druhů spárkaté zvěře 1 : 1, koeficient přírůstku se pohybuje zpravidla kolem 1,0. Mufloní berani dosahují nejsilnějších trofejí mezi sedmým a osmým rokem života, dřívější odstřel beranů s dobře utvářenými trofejemi je chovatelsky nesprávný. U mufloní zvěře se často zapomíná na průběrný odstřel nebo lépe řečeno neprovádí se dostatečně v nejmladších věkových stupních. Používá se argumentu, že na mladých berancích není poznat, co z nich vyrostе. Tento názor je naprosto nesprávný a jeho zastávání je nebezpečné pro úspěšný rozvoj celé populace. Je samozřejmé, že všeobecně nejsou s mufloní zvěří tak početné zkušenosti jako např. se zvěří srnčí nebo jelení, zvláště v honitbách, kam přichází muflon jako nová zvěř. Je však třeba si tyto zkušenosti rychle osvojovat a řádným průběrným odstřelem trofejové i holé zvěře udržovat populaci v žádoucí rovnováze a v dobré kvalitě.

V některých již existujících oblastech, kde není takové množství zvěře, aby každoročně mohl být přidělen lov dospělého lovného berana do každé honitby, se provádí odstřel takových beranů střídavě členy jednotlivých honiteb. Při tom je zavedeno, že není-li v době lovu takový beran v honitbě, která dostala jeho odstřel, může být loven i v honitbách sousedících za doprovodu nebo s vědomím mysliveckého hospodáře příslušné honitby. Je to opatření, které je vysoce spravedlivé a znamená novou formu výchovy ke spolupráci, které je tolik zapotřebí mezi našimi myslivci.

Zvláštní oblastí pro chov mufloní zvěře je oblast zaječinská. Zde se vytvořením oblasti nesleduje možnost zainteresování všech zúčastněných honiteb na výsledcích chovu zdejší mufloní zvěře, ale vzhledem ke špič-

kové kvalitě této zvěře a vzhledem k tomu, že tuto zvěř považujeme za celospolečenský majetek, který je třeba rozvíjet a chránit, mají tvořit připojené honitby ochrannou oblast, do které se bude také postupně zaječinská zvěř rozšiřovat. Uživatelé těchto honiteb budou omezováni ve svých právech na využívání této mufloní zvěře, jejíž chov bude řízen ze zaječinské honitby pod vedením lesního závodu a ONV.

VYSAZOVÁNÍ MUFLONÍ ZVĚŘE NA NOVÉ LOKALITY

Vzhledem k tomu, co bylo řečeno při hodnocení početnosti současných stavů mufloní zvěře v ČSR, není žádoucí nějaké podstatnější rozšiřování této zvěře. Nelze však vyloučit případy, že se založí nová, jakostní populace na úkor populace nekvalitní nebo že budou nejvhodnější oblasti pro chov mufloní zvěře zazvěřeny zvěří ze špičkových chovů. K těmto účelům a také proto, aby byly definitivně znemožněny jakékoli živelné akce, podáváme návrh podmínek pro vysazení mufloní zvěře na novou lokalitu.

Především je třeba získat k takové akci souhlas uživatelů pozemků (státních statků, jednotných zemědělských družstev a Státních lesů). Písemně vyjadřuje tento souhlas okresní zemědělská správa a příslušné podnikové ředitelství Státních lesů. Akce musí být také samozřejmě akceptována ONV, který obvykle spolupracuje s OV ČMS. V tomto stadiu příprav je vhodné získat vyjádření odborného pracoviště (tuto funkci zastává VÚLHM Jíloviště) k zamýšlené akci, hlavně se zřetelem na vhodnost nového prostředí, způsob vysazení a původ dovezené zvěře. Zároveň je nutno získat vyjádření okresního veterinárního zařízení o nákazové situaci na okrese a souhlas s vysazením nového živočišného druhu na okrese. Po shromáždění těchto základních vyjádření a posudků je třeba ještě věnovat pozornost okolnosti, jde-li o oblast, která je v péči nebo v zájmové sféře ochrany přírody nebo státní památkové péče. V kladném případě je třeba také vyjádření těchto institucí. Vrcholným orgánem, který povoluje vysazování nové zvěře do nového prostředí, je ministerstvo zemědělství a výživy. Ústřední výbor Českého mysliveckého svazu může na základě souhlasu MZVŽ poskytnout ze svých fondů dotaci na nákup živé zvěře pro takové akce.

Zdánlivě je vysazení mufloní zvěře do nového prostředí podmiňováno řadou formalit a administrativních úkonů, je to však naprosto nutné, chceme-li odstranit naprosto nežádoucí živelnost v této činnosti. Vysazení nové zvěře musí být provedeno formou přechodné aklimatizace, aby bylo jednak zajištěno, že zvěř zůstane s největší pravděpodobností v blízkosti vysazení, jednak pro veterinární kontrolu zajištěnou koprologickým vyšetřením a ev. pro léčení zvěře napadené střevními nebo plicními parazity. Velikost aklimatizační obůrky se přizpůsobuje počtu zvěře (na 10 kusů se počítá asi 1 ha), uvnitř oplocení musí být tekoucí voda, louka nebo políčko pro zvěř a část hustého porostu, který zajistí zvěři kryt. Odchycená zvěř je dodávána v lednu až únoru, podle sněhových podmínek. Zvěř se nechá v obůrce vyklást a vypouští se až v plné vegetaci, podle klimatických podmínek v červnu až červenci. Obůrka musí být vybavena kompletním zařízením na příkrmování zvěře, včetně slaniska. Mufloní zvěř si na sůl velmi potrpí, a proto je vhodné před jejím vypouštěním do volné honitby

zřídít v okolí aklimatizační obůrky celou síť slanisek. Většinou se vypuštěná zvěř v létě od aklimatizačních obůrek poněkud vzdaluje, ale se začínajícím podzimem se zpravidla vrací na místo vypuštění. Při vysazování mufloní zvěře do nové lokality je třeba hned od začátku uplatňovat průběrný a zdravotní odstřel, aby byla postupně namnožena zvěř pouze nej-
jakostnější a zdravá.

Literatura

1. BÁN, I. — IZRAEL, G.: Angaben zur morphologischen Bewertung der Mufflonschnecke und deren Wachstumsnorm. In: Vadgazdálkodás fejlesztése, 1973, 8. füzet, Budapest
2. BÁN, I. — FODOR, T. — IZRAEL, G.: Vorschlag zur Änderung des internationalen Bewertungssystems der Muflon (Ovis musimon Pall.). Trophäen im Interesse der Bewahrung des Urtyps. In: Vadgazdálkodás fejlesztése, 1973, 8. füzet, Budapest
3. DAUSTER, K. H.: Das Muffelwild. Das Weidwerk in Deutschland. 1963, Hamburg und Berlin, P. Parey
4. DYK, A.: Muflon, málo známá zvěř našich lesů. Ochrana přírody 9, 1954, 3, s. 76-79
5. FABIÁN, G.: Zusammenfassung zur Frage der Vererbung der Schneckenform des Mufflons. In: Vadgazdálkodás fejlesztése, 1973, 8. füzet, Budapest
6. HROMAS, J. — LOCHMAN, J. — MACOUREK, J.: Lovecké trofeje v ČSR. 1974, SZN Praha, 274 s.
7. IZRAEL, G.: Das Qualitätsniveau des Mufflonsbesatzes Ungarns. In: Vadgazdálkodás fejlesztése, 1973a, 8. füzet, Budapest
8. IZRAEL, G.: Vorschlag zu den Maßnahmen zur Hebung der Qualität des Mufflonbestandes. In: Vadgazdálkodás fejlesztése, 1973b, 8. füzet, Budapest
9. LOCHMAN, J.: Hodnocení chovu mufloní zvěře v ČSR. Myslivost, 1971a, č. 1, s. 3-5
10. LOCHMAN, J.: Mufloní trofeje v Brně. Myslivost, 1971b, č. 10, 221, 218
11. LOCHMAN, J.: Mufloní trofeje v Budapešti. Myslivost, 1972, č. 10, 221, 223
12. LOCHMAN, J. — BENDOVIÁ, E.: Rozvoj intenzivního chovu zvěře v oborách. Práce VÚLHM, 1975, č. 48, s. 31-54, č. 49, s. 17-32
13. LOCHMAN, J.: Rekordní muflon ulovený na Trutnovsku. Myslivost, 1974, č. 4, s. 76
14. LOCHMAN, J.: Náš nový světový rekord. Myslivost, 1975, č. 2, s. 32
15. MOTTL, S.: K problémům mufloní zvěře. Myslivost, 1959, 7, s. 104-106
16. MOTTL, S.: Mufloní zvěř. 1960, SZN Praha
17. NEČAS, J.: K otázce kvality mufloní zvěře v Československu. 1969, Konference lesnické fakulty, Brno
18. NEČAS, J.: Problematika a perspektivy chovu parohaté a mufloní zvěře. Lesnický časopis 11, 1965, 5, s. 481-496
19. SCHMIDT, V.: Das Muffelwild. 1935, Neumann-Neudamm u. Berlin
20. SZEPOWSKI, J. I.: Muflon. 1951, Państwowe wydawnictwo rolnicze i leśne, Warszawa
21. ŠKULTÉTY, J.: Súčasný stav a perspektíva chovu muflónej zveri na Slovensku. Lesnický časopis, 19, 1973, č. 1, s. 75-80
22. TÜRCKE, F. — SCHMINCKE, S.: Das Muffelwild. Naturgeschichte, Hege und Jagd, 1965, Hamburg u. Berlin, Verlag Paul Parey, 193 s.
23. TURČEK, F.: Muflon, Ovis musimon, na Slovensku. 1919, Bratislava
24. DYK, V. — CHROUST, J.: Helminths and coccidiosis in muflons of the school forest district Křtiny near Blansko. Acta vet. Brno, 1973, 42, s. 159-173
25. DYK, V. — CHROUST, K.: Helminths and coccidiosis of muflons and roe deer in common biotopes. Acta vet. Brno, 1974, 43, s. 123-131

Došlo dne 11. 9. 1975

LOCHMAN, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Улучшение разведения муфлона в ЧССР. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 201-220.

На основе анализа многочисленных стад муфлона в ЧСР и оценки их качества, согласно полученным трофеям, поступило предложение о включении всех стад на чешско-моравской территории в I—IV категории, согласно характеристике качества трофеев. Это разделение по категориям будет основой систематического и целенаправленного улучшения качества наших разведений муфлона. С целью содействовать сохранению наилучшего разведения стад и их максимального расширения за счет сильно ограниченного разведения наихудших или средних разведений. Поступило также предложение о создании области для разведения муфлона и об условиях выпуска муфлона на новом месте распространения. Мы надеемся, что реализация предлагаемых мероприятий приведет к основному и ускоренному улучшению разведения муфлона в ЧСР и создаст на много шире базу для производства наиболее крупного трофея этой дичи. Для этого, однако, помимо реализации наших предложений необходим также более действенный контроль выполнения заданий, связанный с разведением этой дичи и требование к надлежащей ответственности и дисциплине.

разведение муфлонов; категоризация; поголовье дичи

LOCHMAN, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). The Improvement of Moufflon Management in the Czech Socialist Republic. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 201-220.

On the basis of the analysis of moufflon stocks in the Czech Socialist Republic and of the evaluation of their quality according to the trophies, a proposal on sorting all managements in the Bohemian regions into categories I to IV, characterized by the trophy quality is submitted. This categorization should serve as a basis for the systematic and purposeful improvement of our moufflon managements, as a support of the best quality managements and their maximum extension to the detriment of strong cuts in the worst or only average ones. The paper also deals with a proposal on creating new regions suitable for moufflon management and conditions of moufflon game releasing on new sites. We hope that realization of proposed measures will lead to the substantial and quick improvement of moufflon management in the Czech Socialist Republic and create a wide basis for the production of the best moufflon trophies. Besides the realization of these proposals it will also be necessary to effectively check up the fulfilment of the targets set in moufflon management, under due control and responsibility.

moufflon management; categorization; moufflon stocks

LOCHMAN, J. (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady). Besserung der Zucht vom Muffelwild in der ČSR. Lesnictví, 23, 1977 (3) : 201-220.

Aufgrund der Analyse der Rechenbestände des Muffelwildes in der ČSR und der Bewertung seiner Qualität den produzierten Trophäen gemäß, wird die Eingliederung sämtlicher Zuchten in den tschechischen Ländern in die Kategorien I. bis IV. — charakterisiert durch die Qualität der Trophäen — vorgeschlagen. Diese Kategorien sollen als Basis für die systematische und zielbewußte Besserung der Qualität unserer Zuchten vom Muffelwild dienen; sie sollen der Unterstützung von qualitativsten Zuchten und ihrer maximalen Verbreitung zum Nachteil der schlechtesten oder nur durchschnittlichen Zuchten beitragen. Es wird auch ein Entwurf auf die Bildung der Gebiete, die für die Zucht des Muffelwildes bestimmt werden und auf die Festlegung der Bedingungen unter den das Aussetzen vom Muffelwild in die neuen Lokalitäten erfolgen sollte, gegeben. Wir hoffen, daß die Realisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur wesentlichen und schnelleren Verbesserung der Zucht vom Muffelwild in der ČSR führen wird und eine breitere Basis für das Produzieren der stärksten Trophäen dieses Wildes schaffen wird. Dazu ist jedoch neben der Realisierung unserer Entwürfe auch eine mehr wirksame Kontrolle der Erfüllung von Aufgaben, die mit der Zucht dieses Wildes zusammenhängen notwendig, und man wird dabei auch die angemessene Verantwortlichkeit und Disziplin verlangen müssen.

Zucht vom Muffelwild; Kategorisierung; Muffelwildbestände

Adresa autora:

Ing. Josef Lochman, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště - Strnady

Běle J.: Rajonizace lesů z hlediska jejich vodohospodářského významu	151
Pišta F.: Půdní typy a nižší taxonomické půdní jednotky ve smrko-bukovém stupni jižní Šumavy	167
Skoupý J.: Vliv mechanické přípravy půdy na klíčení a růst semenáčků smrku ztepilého	185
Lochman J.: Zlepšování chovu mufloní zvěře v ČSR	201

Příloha

Matematické metody v lesnictví

Samotná O., Jelínek Z.: Integrální počet funkcí jedné i více proměnných	45
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

Беле Й.: Районизация лесов с аспекта их водохозяйственного значения	164
Пишта Ф.: Почвенные типы и более низкие таксономические почвенные единицы в слово-буквом поясе южной части Шумавы	183
Скоупы Й.: Влияние механической подготовки почвы на прорастание и рост сеянцев ели обыкновенной	199
Лохман Й.: Улучшение разведения муфлона в ЧССР	220

Приложение

Математические методы в лесном хозяйстве

Самотна О., Елинек З.: Интегральное вычисление функций одной q_1 более переменных	45
---	----

CONTENTS

Běle J.: Forest Rayonization in View of Water Management Significance	164
Pišta F.: Soil Types and Lower Taxonomic Soil Units in Spruce-Beech Zone in the Southern Part of the Shumava Mts.	183
Skoupý J.: The Influence of Mechanical Soil Preparation on Germination and Growth of Norway Spruce Seedlings	199
Lochman J.: The Improvement of Moufflon Management in the Czech Socialist Republic	220

Supplement

Mathematical Methods in Forestry

Samotná O., Jelínek Z.: Integral Calculus of the Functions of One and More Variables	45
--	----

INHALT

Běle J.: Rayonierung der Wälder vom Standpunkt ihrer wasserwirtschaftlichen Bedeutung	165
Pišta F.: Die Bodentypen und die niedrigeren taxonomischen Bodeneinheiten in dem Fichten-Buchengrad des südlichen Teils von Šumava	184
Skoupý J.: Einfluß der mechanischen Bodenvorbereitung für die Keimung und Wachstum der Sämlinge von gemeiner Fichte	199
Lochman J.: Besserung der Zucht vom Muffelwild in der ČSR	220

Beilage

Mathematische Methoden in der Forstwirtschaft

Samotná O., Jelínek Z.: Integralrechnung der Funktionen mit einer und mehreren Veränderlichen	45
---	----

TABLE DES MATIÈRES

Běle J.: Réparation des forêts du point de vue de leur importance pour le régime des eaux	166
Pišta F.: Types de sols et unités taxonomiques des sols inférieures dans l'étage, d'épicéa-hêtre dans la partie méridionale de la Šumava	184
Skoupý J.: Influence de la préparation mécanique du sol sur la germination et la croissance des semis d'épicéa commun	200
Lochman J.: Amélioration des élevages des mouflons dans la République socialiste tchèque	An, A1 220

Annexe

Méthodes mathématiques en sylviculture

Samotná O., Jelínek Z.: Calcul intégral des fonctions d'une ou de plusieurs variables	45
---	----

LESNICTVÍ č. 4/1977

otiskuje tyto práce:

- Pelíšek J.: Odumírání lesních porostů podél silnic na druhotně zasolených půdách vlivem posypových silničních solí v ČSR
- Musil I.: Morfologická variabilita semen komplexu *Pinus mugo* s. l.
- Příhoda A.: Význam hřebenule ryšavé (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) v horských biocenózách
- Hochmut R., Skuhřavý V., Švestka M.: Kontrola bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) feromonovými pastmi v období latence
- Velek J.: Oblasti pro chov daňka skvrnitého (*Dama dama* L.) v ČSR

Aktuality

- Chalupa V.: Pěstování semenáčků v rašelinných substrátech ve Finsku
- Pelíšek J.: Problematika lesních půd na kongresu jugoslávské společnosti. 1976, Sarajevo
- Vysloužil J.: Mráček Z., Krečmer V.: Význam lesa pro lidskou společnost. 1975, Praha

Lesnictví č. 4/1977 stojí 12,— Kčs. Objednávky přijímá

Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní novinová služba, Jindřišská 14, 110 00 Praha 1

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.

MATEMATICKÉ METODY V LESNICTVÍ

O. Samotná, Z. Jelínek: Integrální počet funkcí jedné a více proměnných

PŘÍLOHA LESNICTVÍ, 23 (L), 1977, ČÍSLO 3

Znalost metod integrálního počtu je pro lesního inženýra neméně důležitá jako znalost diferenciálního počtu, jímž se zabývala minulá příloha.

Integrální počet objevili společně s počtem diferenciálním nezávisle na sobě dva vynikající matematici Isaac Newton (1642–1727) a G. W. Leibnitz (1646–1716) asi kolem roku 1670. Od G. W. Leibnitze také pochází dodnes užívané integrační znamení. Z pozdějších matematiků, kteří se zasloužili také o integrační počet, jmenujeme alespoň tyto nejvýznačnější: A. L. Cauchy (1789–1857) a zejména B. Riemann (1826–1866), Th. J. Stieltjes (1856–1895) a H. L. Lebesgue (1875–1941).

V první části se budeme zabývat neurčitým integrálem, a to metodami výpočtu primitivních funkcí neboli metodami integračními. Ve druhé části se seznámíme s jeho použitím.

NEURČITÝ INTEGRÁL

1. PRIMITIVNÍ FUNKCE A NEURČITÝ INTEGRÁL

Definice 1.1. Funkci $F(x)$ nazýváme primitivní funkcí k funkci $f(x)$ v intervalu $(a; b)$, jestliže pro každé $x \in (a; b)$ je

$$F'(x) = f(x) \text{ nebo } dF(x) = f(x)dx \quad (1.1)$$

Primitivní funkce $F(x)$ je v intervalu (a, b) vždy spojitá, protože jak známo z diferenciálního počtu, jestliže funkce $F(x)$ má v bodě $x \in (a, b)$ derivace, je v tom bodě spojitá.

Příklad 1.1. Funkce $x^4 + 7$ je primitivní funkcí k funkci $4x^3$ v intervalu $(-\infty; +\infty)$, neboť $(x^4 + 7)' = 4x^3$.

Věta 1.1. Jestliže $F(x)$ je primitivní funkcí k funkci $f(x)$ v intervalu (a, b) , pak $F(x) + C$, kde C je libovolná konstanta, je množinou všech primitivních funkcí k funkci $f(x)$ v intervalu (a, b) . Geometricky tato věta znamená, že grafem primitivní funkce k funkci $f(x)$ v intervalu (a, b) je nejen graf funkce $F(x)$, ale i graf funkce $F(x) + C$, který dostaneme posunutím grafu funkce $F(x)$ ve směru osy y .

Definice 1.2. Množinu $F(x) + C$ všech primitivních funkcí k funkci $f(x)$ v intervalu (a, b) nazýváme neurčitým integrálem funkce $f(x)$ v intervalu (a, b) . Označení:

$$\int f(x)dx = F(x) + C, \quad (1.2)$$

$f(x)$ nazýváme integrovanou funkcí nebo integrandem, x integrační proměnnou, C integrační konstantou a postup, kterým nalezneme neurčitý integrál funkce $F(x)$ integrováním. Z definice 1.2. bezprostředně vyplývá:

$$d[\int f(x)dx] = d[F(x) + C] = dF(x) = f(x)dx$$

$$[f(x)dx]' = [F(x) + C]' = f(x).$$

Abychom mohli snadněji řešit základní úlohu integrálního počtu, totiž k dané funkci nalézt funkci primitivní, musíme znát základní vzorce pro integrování. Tyto základní vzorce pro integrování elementárních funkcí odvodíme pomocí vzorců pro derivování (viz diferenciální počet). Budeme postupovat takto: Víme-li, že platí rovnice $[F(x) + C]' = f(x)$, pak je také správná rovnice $\int f(x)dx = F(x) + C$. Tímto způsobem obdržíme tabulku pro výpočet základních integrálů:

funkce jednoduché	funkce složené
I $\int dx = x + C$	
II $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C, n \neq -1$	$\int [f(x)]^n \cdot f'(x) dx = \frac{[f(x)]^{n+1}}{n+1} + C, n \neq -1$
III $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + C$	$\int \frac{f'(x)}{f(x)} dx = \ln f(x) + C$
IV $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$	$\int a^{f(x)} \cdot f'(x) dx = \frac{a^{f(x)}}{\ln a} + C$
V $\int e^x dx = e^x + C$	$\int e^{f(x)} \cdot f'(x) dx = e^{f(x)} + C$
VI $\int \sin x dx = -\cos x + C$	$\int \sin f(x) \cdot f'(x) dx = -\cos f(x) + C$
VII $\int \cos x dx = \sin x + C$	$\int \cos f(x) \cdot f'(x) dx = \sin f(x) + C$
VIII $\int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \operatorname{tg} x + C$	$\int \frac{f'(x)}{\cos^2 f(x)} dx = \operatorname{tg} f(x) + C$
IX $\int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\operatorname{cotg} x + C$	$\int \frac{f'(x)}{\sin^2 f(x)} dx = -\operatorname{cotg} f(x) + C$
X $\int \frac{1}{\sqrt{A^2 - x^2}} dx = \arcsin \frac{x}{A} + C$	$\int \frac{f'(x)}{\sqrt{A^2 - f^2(x)}} dx = \arcsin \frac{f(x)}{A} + C$
XI $\int \frac{1}{\sqrt{x^2 + b}} dx = \ln x + \sqrt{x^2 + b} + C$	$\int \frac{f'(x)}{\sqrt{f^2(x) + b}} dx = \ln f(x) + \sqrt{f^2(x) + b} + C$
XII $\int \frac{1}{A^2 + x^2} dx = \frac{1}{A} \operatorname{arctg} \frac{x}{A} + C$	$\int \frac{f'(x)}{A^2 + f^2(x)} dx = \frac{1}{A} \operatorname{arctg} \frac{f(x)}{A} + C$
XIII $\int \frac{1}{A^2 - x^2} dx = \frac{1}{2A} \ln \left \frac{A+x}{A-x} \right + C$	$\int \frac{f'(x)}{A^2 - f^2(x)} dx = \frac{1}{2A} \ln \left \frac{A+f(x)}{A-f(x)} \right + C$
XIV $\int [k_1 f(x) + k_2 g(x)] dx = k_1 \int f(x) dx + k_2 \int g(x) dx$	

1. INTEGRACE VHODNOU ÚPRAVOU INTEGRANDU A INTEGRACE ROZKLADEM

Nejjednodušší úpravou integrandu je doplnění konstantního součinitele do integrandu: $\int f(x) \cdot a \cdot \frac{1}{a} dx = \frac{1}{a} \int f(x) \cdot a \cdot dx$

Příklad 2.1

$$\int \frac{1}{\sqrt{3-4x^2}} dx = \frac{1}{2} \int \frac{1}{\sqrt{3-(2x)^2}} \cdot 2dx = \frac{1}{2} \arcsin \frac{2x}{\sqrt{3}}; \text{ viz vzorec } X, \text{ neboť } f(x) = 2x, f'(x) = 2, A = \sqrt{3}.$$

Příklad 2.2

$$\mathcal{I} = \int \frac{1}{\sqrt{5x^2 + 3}} dx = \frac{1}{\sqrt{5}} \int \frac{1}{\sqrt{(\sqrt{5}x)^2 + 3}} \cdot \sqrt{5} dx = \frac{1}{\sqrt{5}} \ln |\sqrt{5}x + \sqrt{5x^2 + 3}| + C;$$

viz vzorec XI.

Při úpravě integrandu používáme často vzorce ze středoškolské matematiky, jak je vidět na dalších příkladech.

Příklad 2.3

$$\begin{aligned} \mathcal{I} &= \int \sin^4 x dx = \int (\sin^2 x)^2 dx = \int \left(\frac{1 - \cos 2x}{2} \right)^2 dx = \frac{1}{4} \int (1 - 2 \cos 2x + \\ &+ \cos^2 2x) dx = \frac{1}{4} \left(x + \sin^2 x + \int \frac{1 + \cos 4x}{2} dx \right) = \frac{1}{4} x + \frac{1}{4} \sin 2x + \\ &+ \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \left(x + \frac{1}{4} \int \cos 4x \cdot 4 dx \right) = \frac{1}{4} x + \frac{1}{4} \sin 2x + \frac{1}{8} x + \frac{1}{32} \sin 4x + C \end{aligned}$$

Příklad 2.4

$$\begin{aligned} \mathcal{I} &= \int \cos^2 x \cdot \sin^3 x dx = \int \cos^2 x \cdot \sin^2 x \cdot \sin x dx = \int \cos^2 x \cdot (1 - \cos^2 x) \sin x dx = \\ &= \int (\cos^2 x - \cos^4 x) \sin x dx = \int \cos^2 x \sin x dx - \int \cos^4 x \sin x dx = \\ &= -\frac{\cos^3 x}{3} + \frac{\cos^5 x}{5} + C; \text{ viz vzorec II.} \end{aligned}$$

Příklad 2.5

$$\begin{aligned} \mathcal{I} &= \int \left(1 - \frac{1}{x^2} \right) \cdot \sqrt{x} dx = \int \left(1 - \frac{1}{x^2} \right) \cdot x^{\frac{1}{2}} \cdot x^{\frac{1}{2}} dx = \int (x^{\frac{3}{2}} - x^{\frac{5}{2}}) dx = \\ &= \frac{x^{\frac{7}{2}}}{\frac{7}{2}} - \frac{x^{\frac{7}{2}}}{\frac{7}{2}} + C = \frac{4}{7} x^4 \sqrt{x^3} + 4 \cdot \frac{1}{4\sqrt{x}} + C. \end{aligned}$$

Příklad 2.6

$\mathcal{I} = \int \frac{3x^4 - 7x^2 + 5}{x^2 + 1} dx$; integrand je funkce racionální neryze lomená, kterou můžeme dělením převést na součet polynomu a funkce racionální ryze lomené:

$$(3x^4 - 7x^2 + 5) : (x^2 + 1) = 3x^2 - 10 + \frac{15}{x^2 + 1}.$$

$$\text{Takže } \mathcal{I} = \int \left(3x^2 - 10 + \frac{15}{x^2 + 1} \right) dx = x^3 - 10x + 15 \operatorname{arctg} x + C.$$

Příklad 2.7

$$\mathcal{I} = \int \frac{1}{x^2 + 4x + 5} dx = \int \frac{1}{(x + 2)^2 + 1} dx = \operatorname{arctg} (x + 2) + C; \text{ viz vzorec XII.}$$

Příklad 2.8

$$\mathcal{J} = \int \frac{1}{\sqrt{x^2 + 4x + 5}} dx = \int \frac{1}{\sqrt{(x+2)^2 + 1}} dx = \ln |x+2 + \sqrt{(x+2)^2 + 1}| + C; \text{ viz vzorec XI.}$$

3. INTEGRACE METODOU ČÁSTEČNÉ INTEGRACE (PER PARTES)

Věta 3.1 Necht funkce $u(x)$, $v(x)$ mají v intervalu (a, b) spojité derivace. Potom v intervalu (a, b) platí:

$$\boxed{\int u(x) v'(x) dx = u(x) v(x) - \int u'(x) v(x) dx}. \quad (3.1)$$

Tento vzorec nazýváme vzorcem pro integrování metodou per partes a používáme ho tehdy, jestliže $\int u'(x) v(x) dx$ je jednodušší k výpočtu než $\int u(x) v'(x) dx$.

Příklad 3.1

$$\int \ln x dx = \left| \begin{array}{ll} u(x) = \ln x & u'(x) = \frac{1}{x} \\ v'(x) = 1 & v(x) = x \end{array} \right| = x \ln x - \int dx = x \ln x - x + C$$

Příklad 3.2

Metodu částečné integrace používáme někdy vícekrát:

$$\begin{aligned} \int x^3 e^x dx &= \left| \begin{array}{ll} u(x) = x^3 & u'(x) = 3x^2 \\ v'(x) = e^x & v(x) = e^x \end{array} \right| = x^3 \cdot e^x - \int 3x^2 e^x dx = \\ &= \left| \begin{array}{ll} u(x) = x^2 & u'(x) = 2x \\ v'(x) = e^x & v(x) = e^x \end{array} \right| = x^3 \cdot e^x - 3 \left[x^2 e^x - \int 2x e^x dx \right] = \\ &= \left| \begin{array}{ll} u(x) = x & u'(x) = 1 \\ v'(x) = e^x & v(x) = e^x \end{array} \right| = x^3 e^x - 3 \left[x^2 e^x - 2 \left(x e^x - \int e^x dx \right) \right] + \\ &+ C = e^4 (x^3 3x^2 + 6x - 6) + C \end{aligned}$$

Příklad 3.3

V tomto příkladě si ukážeme použití metody per partes převedením na rovnici pro hledaný integrál.

$$I = \int e^x \sin x dx = \left| \begin{array}{ll} u(x) = \sin x & u'(x) = \cos x \\ v'(x) = e^x & v(x) = e^x \end{array} \right| = e^x \sin x - \int e^x \cos x dx$$

Integrál na pravé straně rovnice je stejného typu jako integrál I. K jeho výpočtu opět použijeme metodu per partes. Dostáváme

$$\begin{aligned} \mathcal{J} = \int e^x \cos x dx &= \left| \begin{array}{ll} u(x) = \cos x & u'(x) = -\sin x \\ v'(x) = e^x & v(x) = e^x \end{array} \right| = e^x \cos x + \int e^x \sin x dx = \\ &= e^x \cos x + I. \text{ Nyní dosadíme do rovnice pro } I: \end{aligned}$$

$$I = e^x \sin x - [e^x \cos x + I], \text{ odtud:}$$

$$2I = e^x \sin x - e^x \cos x, I = \frac{1}{2} e^x (\sin x - \cos x) + C.$$

4. INTEGRACE METODOU SUBSTITUČNÍ

Metoda substituční umožňuje zavedením nové integrační proměnné převést integrovanou funkci na funkci snadněji integrovatelnou.

Věta 4.1 Nechť $f(x)$ je spojitá funkce v intervalu (a, β) . Nechť funkce $t = g(x)$ má v intervalu (a, b) spojitou derivaci a nechť je pro všechna $x \in (a, b)$ $g(x) \in (\alpha, \beta)$. Jestliže označíme $\int f(t)dt = F(t)$, pak v intervalu (a, b) platí

$$\int f[g(x)]g'(x)dx = \int f(t)dt = F[g(x)] + C \quad (4.1)$$

$$t = g(x)$$

Příklad 4.1

$$\mathcal{J} = \int \frac{\sin x}{\sqrt{1 - (3 \cos x + 5)^2}} dx. \text{ Použitím substituce } 3 \cos x + 5 = t, -3 \sin x dx = dt;$$

 dostáváme $\mathcal{J} = -\frac{1}{3} \int \frac{1}{\sqrt{1-t^2}} dt = -\frac{1}{3} \arcsin(3 \cos x + 5) + C$

Příklad 4.2

$$\mathcal{J} = \int \sqrt{a-x^2} dx, a > 0. \text{ Použijeme substituce } x = \sqrt{a} \sin t, dx = \sqrt{a} \cos t dt; \text{ dostáváme vzorec}$$

$$\int \sqrt{a-x^2} dx = \frac{a}{2} \cdot \arcsin \frac{x}{\sqrt{a}} + \frac{1}{2} x \sqrt{a-x^2} + C. \quad (4.2)$$

Příklad 4.3

$$\mathcal{J} = \int \sqrt{a+x^2} dx, a \neq 0. \text{ Použijeme substituce } x = \frac{1}{2} \left(t - \frac{a}{t} \right), dx =$$

 $= \frac{1}{2t} \left(t + \frac{a}{t} \right) dt \text{ dostáváme vzorec}$

$$\sqrt{a+x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a+x^2} + \frac{a}{2} \ln |x + \sqrt{a+x^2}| + C. \quad (4.3)$$

5. INTEGRÁLY Z NĚKTERÝCH RACIONÁLNÍCH FUNKCÍ

Pro výpočet integrálů z racionálních funkcí platí vzorec

$$\int \frac{mx+n}{ax^2+bx+c} dx = \frac{m}{2a} \int \frac{2ax+b}{ax^2+bx+c} dx + \frac{2an-bm}{2a} \int \frac{1}{ax^2+bx+c} dx \quad (5.1)$$

$$\int \frac{dx}{(ax^2+bx+c)^k} = -\frac{1}{b^2-4ac} \left[\frac{1}{k-1} \frac{2ax+b}{(ax^2+bx+c)^{k-1}} + \right.$$

$$\left. + 4a \frac{2k-3}{2k-2} \cdot \int \frac{dx}{(ax^2+bx+c)^{k-1}} \right] \quad (5.2)$$

$$\int \frac{mx+n}{(ax^2+bx+c)^r} dx = \frac{m}{2a} \int \frac{2ax+b}{(ax^2+bx+c)^r} dx +$$

$$+ \frac{2an - mb}{2a} \int \frac{1}{(ax^2 + bx + c)^r} dx \quad (5.3)$$

Příklad 5.1

$$\begin{aligned} \int \frac{3x + 2}{(x^2 - 3x + 3)^2} dx &= \frac{3}{2} \int \frac{2x - 3}{(x^2 - 3x + 3)^2} dx + \frac{13}{2} \int \frac{1}{(x^2 - 3x + 3)^2} dx = \\ &= -\frac{3}{2} \frac{1}{x^2 - 3x + 3} + \frac{13}{2} \cdot \frac{1}{3} \left[\frac{2x - 3}{x^2 - 3x + 3} + 4 \cdot \frac{1}{2} \int \frac{1}{x^2 - 3x + 3} dx \right] = \\ &= \frac{-9 + 26x - 39}{6(x^2 - 3x + 3)} + \frac{26}{3\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2x - 3}{\sqrt{3}} + C = \frac{13x - 24}{3(x^2 - 3x + 3)} + \\ &+ \frac{26}{3\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{2x - 3}{\sqrt{3}} + C. \end{aligned}$$

6. INTEGRÁLY Z RACIONÁLNÍ RYZE LOMENÉ FUNKCE

Věta 6.1 Necht' ryzé lomená racionální funkce má tvar

$$\frac{P(x)}{Q(x)} = \frac{P(x)}{(x - a)^\alpha \dots (x - e)^\varepsilon (x^2 + mx + n)^\lambda \dots (x^2 + rx + s)^\tau},$$

kde $a, \dots, e; m, n, \dots, r$ jsou reálná čísla, $\alpha, \dots, \varepsilon, \lambda, \dots, \tau$ přirozená čísla a polynomy $x^2 + mx + n, x^2 + rx + s$ nemají reálné kořeny. Potom existují čísla $A_1, \dots, A_\alpha; E_1, \dots, E_\varepsilon; M_1, N_1, \dots, M_\lambda, N_\lambda; R_1, S_1, \dots, R_\tau, S_\tau$, že platí

$$\begin{aligned} \frac{P(x)}{Q(x)} &= \frac{A_1}{x - a} + \frac{A_2}{(x - a)^2} + \dots + \frac{A_\alpha}{(x - a)^\alpha} + \\ &+ \dots + \\ &+ \frac{E_1}{x - e} + \frac{E_2}{(x - e)^2} + \dots + \frac{E_\varepsilon}{(x - e)^\varepsilon} + \\ &+ \frac{M_1x + N_1}{x^2 + mx + n} + \frac{M_2x + N_2}{(x^2 + mx + n)^2} + \dots + \frac{M_\lambda x + N_\lambda}{(x^2 + mx + n)^\lambda} + \\ &+ \dots + \\ &+ \frac{R_1x + S_1}{x^2 + rx + s} + \frac{R_2x + S_2}{(x^2 + rx + s)^2} + \dots + \frac{R_\tau x + S_\tau}{(x^2 + rx + s)^\tau} \quad (*) \end{aligned}$$

Čísla

$$A_1, \dots, A_\alpha; E_1, \dots, E_\varepsilon; M_1, N_1, \dots, M_\lambda, N_\lambda; R_1, S_1, \dots, R_\tau, S_\tau \quad (**)$$

určujeme tzv. metodou neurčitých koeficientů, a to takto:

1. Vynásobíme rovnici (*) polynomem $Q(x)$;
2. srovnáme koeficienty při stejných mocninách proměnné x , dostáváme soustavu lineárních rovnic pro neznámé (* *);
3. soustavu vyřešíme.

Z uvedeného vyplývá, že neurčitý integrál ryze lomené racionální funkce $\frac{P(x)}{Q(x)}$ určíme, jestliže určíme kořeny polynomu $Q(x)$, rozložíme funkci $\frac{P(x)}{Q(x)}$ na parciální zlomky, to je funkce typů

$$\frac{A}{x-a}, \quad \frac{A}{(x-a)^\alpha}, \quad \frac{Rx+S}{x^2+px+q}, \quad \frac{Rx+S}{(x^2+px+q)^\tau},$$

kde A, R, S, p, q jsou reálné konstanty a a, τ přirozená čísla a polynom x^2+px+q nemá reálné kořeny, a potom tyto parciální zlomky integrujeme. Postup při rozkladu na parciální zlomky je uveden ve většině středoškolských učebnic.

Příklad 6.1

$\mathcal{J} = \int \frac{5x^6 - x^5 + 24x^2 - 9x + 9}{x^3(x^2 + 3)^2} dx$; nalezneme konstanty $A_1, A_2, A_3, M_1, N_1, M_2, N_2$ tak, aby platila identita:

$$\frac{5x^6 - x^5 + 24x^2 - 9x + 9}{x^3(x^2 + 3)^2} = \frac{A_1}{x} + \frac{A_2}{x^2} + \frac{A_3}{x^3} + \frac{M_1x + N_1}{x^2 + 3} + \frac{M_2x + N_2}{(x^2 + 3)^2}$$

Odtud dostaneme $A_1 = 2; A_2 = -1; A_3 = 1; M_1 = 3; N_1 = 0; M_2 = -22; N_2 = 6$. Platí tedy rozklad

$$\frac{5x^6 - x^5 + 24x^2 - 9x + 9}{x^3(x^2 + 3)^2} = \frac{2}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^3} + \frac{3x}{x^2 + 3} + \frac{-22x + 6}{(x^2 + 3)^2};$$

potom

$$\mathcal{J} = 2 \int \frac{1}{x} dx - \int \frac{1}{x^2} dx + \int \frac{1}{x^3} dx + 3 \int \frac{x}{x^2 + 3} dx + \int \frac{-22x + 6}{(x^2 + 3)^2} dx.$$

První tři integrály jsou základní integrály, druhý integrál se řeší podle vzorce III. Poslední integrál rozložíme podle vzorce (5.3)

$$\begin{aligned} \int \frac{-22x + 6}{(x^2 + 3)^2} dx &= \frac{-22}{2} \int \frac{2x}{(x^2 + 3)^2} dx + \frac{12}{2} \int \frac{1}{(x^2 + 3)^2} dx = \frac{11}{x^2 + 3} + \\ &+ \frac{6}{3} \left[\frac{x}{2(x^2 + 3)} + \frac{1}{2} \int \frac{1}{x^2 + 3} dx \right] = \frac{11}{x^2 + 3} + \\ &+ \frac{x}{(x^2 + 3)} + \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{3}} + C \text{ viz XII.} \end{aligned}$$

Potom

$$\begin{aligned} \int \frac{5x^6 - x^5 + 24x^2 - 9x + 9}{x^3(x^2 + 3)^2} dx &= 2 \ln |x| + \frac{1}{x} - \frac{1}{2x^2} + \frac{3}{2} \ln |x^2 + 3| + \\ &+ \frac{11 + x}{x^2 + 3} + \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{3}} + C. \end{aligned}$$

7. INTEGRACE IRACIONÁLNÍCH FUNKCÍ

Je-li integrand iracionální funkce, je v některých případech možno převést výpočet integrálu z iracionální funkce na integraci racionálních funkcí.

1° Integrál typu

$$\int R_1 \left(x, \sqrt[n_1]{\frac{ax+b}{cx+d}}, \sqrt[n_2]{\frac{ax+b}{cx+d}}, \dots, \sqrt[n_k]{\frac{ax+b}{cx+d}} \right) dx$$

kde R_1 je racionální funkcí výrazů uvedených uvnitř kulaté závorky; integrand je racionální funkcí vzhledem k argumentu x , která obsahuje $n_1, n_2, \dots, n_k$ -té odmocniny z výrazů, které jsou celistvými mocninami lomené lineární funkce $\frac{ax+b}{cx+d}$ (a, b, c, d jsou konstanty, $cx+d \neq 0$). Jestliže n je nejmenší společný násobek odmocnitelů $n_1, \dots, n_k$, pak substituce

$$\frac{ax+b}{cx+d} = t^n \quad (7.1)$$

převádí daný integrál na integrál funkce vzhledem k argumentu t .

Příklad 7.1

$I = \int \frac{x-1}{(x+\sqrt[3]{x^2})x} dx$. Užijeme substituce $\sqrt[6]{x} = t$; $x = t^6$; $dx = 6t^5 dt$.

$$I = \int \frac{t^6-1}{(t^3+t^4) \cdot t^6} \cdot 6t^5 dt = 6 \int \frac{t^6-1}{t^4(t+1)} dt = 6 \int \frac{t^6-t^4+t^3-t^2+t-1}{t^4} dt,$$

neboť lze rozložit $t^6-1 = (t+1)(t^5-t^4+t^3-t^2+t-1)$.

Jestliže jsme racionální neryze lomenou funkcí v integrandu vydělili, dostáváme

$$I = 6 \int \left(t - 1 + \frac{1}{t} - \frac{1}{t^2} + \frac{1}{t^3} - \frac{1}{t^4} \right) dt = 6 \left(\frac{t^2}{2} - t + \ln |t| + \frac{1}{t} - \frac{1}{2t^2} + \frac{1}{3t^3} \right) + C = 6 \left(\frac{\sqrt[3]{x}}{2} - \sqrt[6]{x} + \ln \sqrt[6]{x} + \frac{1}{\sqrt[6]{x}} - \frac{1}{2\sqrt[3]{x}} + \frac{1}{3\sqrt{x}} \right) + C.$$

Integrál typu

$$\int R(x, \sqrt{ax^2+bx+c}) dx$$

kde R je racionální funkcí výrazů uvedených uvnitř kulaté závorky. Obecná metoda řešení těchto integrálů spočívá v tzv. Eulerových substitucích.

První Eulerova substituce

Je-li $a > 0$, zavádíme substituci

$$\sqrt{ax^2+bx+c} = t \pm x \sqrt{a}, \quad (7.2)$$

tj. $ax^2+bx+c = t^2 \pm 2tx \sqrt{a} + ax^2$, odkud $x = \frac{t^2-c}{b \pm 2t \sqrt{a}}$.

Příklad 7.2

$$I = \int \frac{\sqrt{x^2+2x}}{x} dx; \text{ zavádíme substituci } \sqrt{x^2+2x} = t+x;$$

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{t^2}{2(1-t)}, \quad dx = \frac{t(2-t)}{2(1-t)^2} dt, \quad \sqrt{x^2+2x} = t+x = t + \frac{t^2}{2(1-t)} = \frac{t(2-t)}{2(1-t)} \\
 I &= \int \frac{\frac{t(2-t)}{2(1-t)}}{\frac{t^2}{2(1-t)}} \cdot \frac{t(2-t)}{2(1-t)^2} dt = \int \frac{t(2-t)}{2(1-t)} \cdot \frac{2(1-t)}{t^2} \cdot \frac{t(2-t)}{2(1-t)^2} dt = \\
 &= \frac{1}{2} \int \frac{(2-t)^2}{(1-t)^2} dt = \frac{1}{2} \int \left(\frac{1-t+1}{1-t} \right)^2 dt = \frac{1}{2} \int \left(1 + \frac{1}{1-t} \right)^2 dt = \\
 &= \frac{1}{2} \int \left(1 + \frac{2}{1-t} + \frac{1}{(1-t)^2} \right) dt = \frac{1}{2} \left[\int dt + 2 \int \frac{1}{1-t} dt + \right. \\
 &\quad \left. + \int \frac{1}{(1-t)^2} dt \right] = \frac{1}{2} \left[t - 2 \ln |1-t| + \frac{1}{1-t} \right] + C = \\
 &= \frac{1}{2} \left[\sqrt{x^2+2x} - x - 2 \ln |1+x-\sqrt{x^2+2x}| + \frac{1}{1+x-\sqrt{x^2+2x}} \right] + C = \\
 &= \frac{1}{2} \left[\sqrt{x^2+2x} - x - 2 \ln \left| \frac{1+2x+x^2-x^2-2x}{1+x+\sqrt{x^2+2x}} \right| + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1+x+\sqrt{x^2+2x}}{1+2x+x^2-x^2-2x} \right] + C = \sqrt{x^2+2x} + \ln |1+x+\sqrt{x^2+2x}| + C.
 \end{aligned}$$

Druhá Eulerova substituce

Je-li $c \geq 0$, zavádíme substituci

$$\sqrt{ax^2+bx+c} = tx + \sqrt{c} \quad (7.3)$$

$$\text{tj. } ax^2+bx+c = t^2x^2 + 2tx\sqrt{c} + c \quad x = \frac{2t\sqrt{c}-b}{a-t^2}$$

Příklad 7.3

$$I = \int \frac{dx}{1 + \sqrt{1-2x-x^2}}; \text{ protože } c > 0, \text{ zavádíme substituci } \sqrt{1-2x-x^2} = xt - 1.$$

$$\text{Odtud } dx = \frac{2+4t-2t^2}{(t^2+1)^2} dt, \quad 1 + \sqrt{1-2x-x^2} = 1 + xt - 1 = xt = \frac{2t(t-1)}{t^2-1}$$

$$I = \int \frac{1}{\frac{2t(t-1)}{t^2+1}} \cdot \frac{2+4t-2t^2}{(t^2+1)^2} dt = - \int \frac{t^2-2t-1}{t(t-1)(t^2+1)} dt.$$

Po rozkladu na parciální zlomky a užití věty o integrálu ze součtu dostáváme

$$\begin{aligned}
 I &= \ln |t-1| - \ln |t| - 2 \operatorname{arctg} t + C = \ln \left| 1 - \frac{1}{t} \right| - 2 \operatorname{arctg} t + C = \\
 &= \ln \left| 1 - \frac{x}{1 + \sqrt{1-2x-x^2}} \right| - 2 \operatorname{arctg} \frac{1 + \sqrt{1-2x-x^2}}{x} + C.
 \end{aligned}$$

Integrál

$$I = \int R(\sin x, \cos x) dx,$$

ve kterém integrand je racionální funkcí $\sin x$, $\cos x$ a konstant, převádíme na integrál racionální funkce proměnné x použitím substituce

$$\operatorname{tg} \frac{x}{2} = t \quad (8.1)$$

$$x = 2 \operatorname{arctg} t, \quad dx = \frac{2 dt}{1+t^2}$$

$$\sin x = \frac{2 \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2}}{\sin^2 \frac{x}{2} + \cos^2 \frac{x}{2}} = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{x}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2}} = \frac{2t}{1+t^2}$$

$$\cos x = \frac{\cos^2 \frac{x}{2} - \sin^2 \frac{x}{2}}{\cos^2 \frac{x}{2} + \sin^2 \frac{x}{2}} = \frac{1 - \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2}}{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{x}{2}} = \frac{1-t^2}{1+t^2}$$

Příklad 8.1

$$I = \frac{1}{\sin x} dx; \text{ zavedeme substituci } \operatorname{tg} \frac{x}{2} = t, \text{ odtud } dx = \frac{2}{1+t^2} dt, \sin x = \frac{2t}{1+t^2}$$

$$I = \int \frac{2}{\frac{2t}{1+t^2}} dt = \int \frac{1+t^2}{t} dt = \ln |t| + c = \ln \left| \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right| + C.$$

Olga Samotná, katedra matematiky LF VŠZ, Brno

URČITÝ INTEGRÁL

DĚLENÍ INTERVALU

Uvažujme uzavřený interval $\langle a, b \rangle$, $a < b$. Konečnou množinu bodů $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ nazýváme dělením intervalu $\langle a, b \rangle$ a značíme D . Intervaly $\langle x_{i-1}, x_i \rangle$, $i = 1, 2, \dots, n$ nazýváme částečnými [dělicími] intervaly dělení D . Označíme-li $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$ délku i -tého částečného intervalu, pak $\sum_{i=1}^n \Delta x_i = b - a$.

Definice 1. Číslo $\nu(D) = \max_{1 \leq i \leq n} \{\Delta x_i\}$ nazýváme normou dělení D .

Je-li ke každému přirozenému číslu n přiřazeno jisté dělení D_n intervalu $\langle a, b \rangle$, mluvíme o posloupnosti dělení a značíme ji $\{D_n\}_{n=1}^\infty$, stručně $\{D_n\}$.

Definice 2. Posloupnost dělení $\{D_n\}$ intervalu $\langle a, b \rangle$ nazýváme nulovou [normální], když platí $\lim_{n \rightarrow \infty} \nu(D_n) = 0$.

Poznámka 1. Příkladem nulové posloupnosti dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ je posloupnost stejnoměrných dělení $D_n \left[\Delta x_i = \frac{b-a}{n}, i = 1, 2, \dots, n \right]$, protože $\lim_{n \rightarrow \infty} \nu(D_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{b-a}{n} = 0$.

Poznámka 2. Je-li posloupnost $\{D_n\}$ nulová, pak ať si zvolíme $\delta < 0$ jakkoliv malé, existuje číslo n takové, že $\nu(D_n) < \delta$.

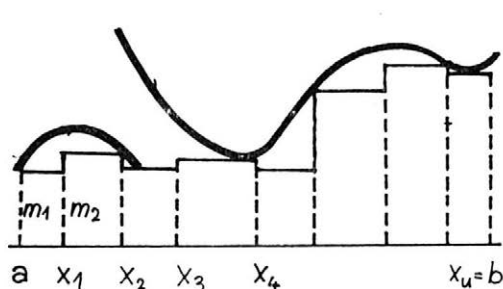
Definice 3. Nechť D je dělení intervalu $\langle a, b \rangle$. Konečnou množinou reálných čísel $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$, takových, že $\xi_i \in \langle x_i, x_{i+1} \rangle$, $i = 1, 2, \dots, n$ budeme nazývat výběrem reprezentantů částečných intervalů dělení D . Označení $\{\xi_i\}_n$, stručně $\{\xi_i\}$.

HORNÍ A DOLNÍ SOUČET. INTEGRÁLNÍ SOUČET

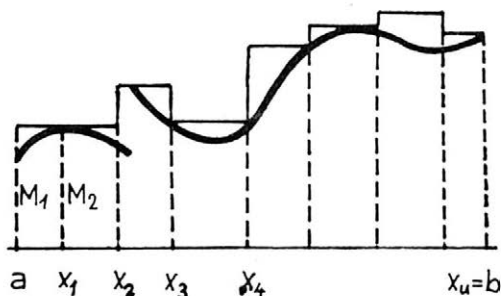
Uvažujme o funkci $f(x)$, která je ohraničená v uzavřeném intervalu $\langle a, b \rangle$. Nechť D je libovolné dělení s dělicími body $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$, a nechť posloupnost $\{\xi_i\}$ je výběr reprezentantů. Dále označme $m_i = \inf_{x \in \langle x_i, x_{i+1} \rangle} f(x)$, $M_i = \sup_{x \in \langle x_i, x_{i+1} \rangle} f(x)$.

Definice 4. 1° Číslo $s(D, f) = \sum_{i=1}^n m_i \Delta x_i$, resp. $S(D, f) = \sum_{i=1}^n M_i \Delta x_i$ nazýváme dolní, resp. horní součet funkce $f(x)$ pro dělení D . 2° Číslo $\sigma(D, f) = \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i$ nazýváme integrální součet funkce $f(x)$ pro dělení D a pro daný výběr reprezentantů částečných intervalů dělení D .

Poznámka 3. Je zřejmé, že ke každému dělení D existuje jediný horní a jediný dolní součet funkce ohraničené v $\langle a, b \rangle$, ale nekonečně mnoho integrálních součtů, závislých na volbě reprezentantů. **Poznámka 4.** Je-li funkce $f(x)$ kladná v $\langle a, b \rangle$, je geometrický význam součtů $s(D, f)$, $S(D, f)$ a $\sigma(D, f)$ velmi názorný. Udávají součet plošných obsahů obdélníků se základnami Δx_i a výškami m_i , M_i , resp. $f(\xi_i)$ (obr. 1–3).

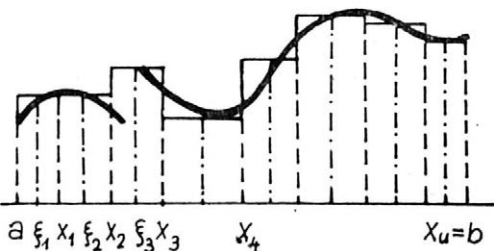


1.



2.

Z geometrického názoru vyplývá, že bude zajímavý případ, kdy se budou pro nulové posloupnosti dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ součty lišit velmi málo od jistého čísla I . Je-li funkce spojitá a nezáporná, pak lze považovat toto číslo za plošný obsah rovinného útvaru, ohraničeného osou x , grafem funkce $f(x)$ a přímkami $x = a$, $x = b$. Takový rovinný útvar budeme dále nazývat křivočarým lichoběžníkem příslušným k funkci $f(x)$ v intervalu $\langle a, b \rangle$.



3.

Poznámka 5. U spojitých funkcí je $s(D, f)$ obsah mnohoúhelníka, který nazveme vepsaným stupňovitým mnohoúhelníkem, a $S(D, f)$ je obsah mnohoúhelníka, který nazveme opsaným stupňovitým mnohoúhelníkem. Je zřejmé, že při libovolném dělení D intervalu $\langle a, b \rangle$ platí $s(D, f) \leq I \leq S(D, f)$, tj. každý horní součet není menší než dolní součet.

Poznámka 6. U spojitých funkcí je $s(D, f)$, resp. $S(D, f)$, zároveň integrálním součtem pro jistou volbu reprezentantů dělení D . Pro nespojitě funkce v $\langle a, b \rangle$ to nemusí platit, ale vždy je $s(D, f) \leq \sigma(D, f) \leq S(D, f)$ (obr. 1–3).

Příklad 1. Utvořte dolní a horní součet pro funkci x^s v intervalu $\langle a, b \rangle$, $0 < a < b$, s libovolné reálné číslo, pro dělení D_n , takové, aby délky částečných intervalů tvořily geometrickou řadu.

Řešení: Pro přirozené číslo n položíme $q = \sqrt[n]{\frac{b}{a}}$, pak dělicí body jsou $a < aq < \dots < aq^n = b$. Funkce x^s je rostoucí, a tedy $m_i = f(aq^{i-1}) = a^s q^{s(i-1)}$; $M_i = f(aq^i) = a^s q^{si}$. Pro $s \neq 1$ je $S(D, f) = \sum_{i=1}^n a^s q^{si}$. $(aq^i - aq^{i-1}) = a^{s+1}(q - 1)$
 $\sum_{i=1}^n q^{i(s-1)-1} = \frac{q - 1}{q^{s+1} - 1} q^{s(b^{s+1} - a^{s+1})}$.

Podobně:

$$s(D_n, f) = \sum_{i=1}^n a^s q^{s(i-1)} (aq^i - aq^{i-1}) = \frac{q - 1}{q^{s+1} - 1} (b^{s+1} - a^{s+1}).$$

LIMITA INTEGRÁLNÍCH SOUČTŮ. RIEMANŮV INTEGRÁL

Definice 5. Necht funkce $f(x)$ je omezena v uzavřeném intervalu $\langle a, b \rangle$. Číslo I nazýváme limitou integrálních součtů funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$, jestliže pro libovolně dané číslo $\varepsilon > 0$ existuje číslo $\delta > 0$ takové, že nerovnost $|\sigma(D_n, f) - I| < \varepsilon$ platí pro libovolný integrální součet vytvořený pro libovolné dělení D_n v intervalu $\langle a, b \rangle$, pro něž $\nu(D_n) < \delta$ a pro libovolný výběr reprezentantů.

Poznámka 6. Nerovnost říká, že pro každou nulovou posloupnost $\{D_n\}$ dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ jsou posloupnosti $\{\sigma(D_n, f)\}$ integrálních součtů konvergentní a mají za limitu totéž číslo I . Symbolicky píšeme

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \nu(D_n) \rightarrow 0}} \sigma(D_n, f) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i = I.$$

Definice 6. Konečnou limitu I integrálních součtů $\sigma(D_n, f)$ pro $\nu(D_n) \rightarrow 0$ nazýváme určitým integrálem funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ a značíme $I = \int_a^b f(x) dx$. Existuje-li tato limita, pak funkci $f(x)$ nazýváme integrovatelnou nebo integrace schopnou v $\langle a, b \rangle$.

Poznámka 7. Interval $\langle a, b \rangle$ nazýváme integračním oborem, číslo a , resp. b , dolní, resp. horní, mezi určitého integrálu, $f(x)$ integrovanou funkci [integrandem].

Poznámka 8. Při konstantních mezích a, b je určitý integrál jistá konstanta.

Poznámka 9. Integrační proměnnou můžeme označit libovolným jiným písmenem. Platí indeticky

$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^b f(t) dt = \int_a^b f(z) dz \text{ apod.}$$

Poznámka 10. Označíme-li integrační obor jedním symbolem, např. $Q = \langle a, b \rangle$, pak píšeme

$$I = \int_Q f(x) dx.$$

Doposud jsme předpokládali, že $a < b$. Abychom odstranili toto omezení definujeme:

Definice 7. [Dotatek k definici určitého integrálu.]

1° Buď $f(x)$ definovaná v číslu a . Pak klademe $\int_a^a f(x) dx = 0$

2° Buď $a > b$; nechť $f(x)$ je integrovatelná v $\langle a, b \rangle$. Klademe $\int_a^b f(x) dx = -\int_b^a f(x) dx$.

Je samozřejmé, že je nutno určit podmínky, za kterých integrální součty $\sigma(D_n, f)$ mají konečnou limitu, tj. za kterých existuje určitý integrál. Musíme si uvědomit, že definice limity integrálních součtů můžeme použít jen pro funkce omezené v $\langle a, b \rangle$.

Věta 1. Integrovatelná funkce musí být v intervalu $\langle a, b \rangle$ omezena.

HORNÍ A DOLNÍ INTEGRÁL

Množina $\{s(D, f)\}$ dolních součtů je neprázdná a shora ohraničená. Má tedy tato množina konečnou horní hranici, kterou označme $I = \sup \{s(D, f)\}$, přičemž je $I \leq S(D, f)$ pro každý horní součet. Podobně množina $\{S(D, f)\}$ je zdola ohraničená číslem $\bar{I}$, má dolní hranici, kterou označme $\bar{I} = \inf \{S(D, f)\}$. Při tom zřejmě $s(D, f) \leq \bar{I} \leq I \leq S(D, f)$ pro všechny dolní a horní součty.

Definice 8. Číslo I resp. $\bar{I}$, nazýváme dolní, resp. horní, integrál a značíme symbolem $\int_a^b f(x) dx$ resp. $\int_a^{\bar{b}} f(x) dx$.

Věta 2. [Darbouxova]. Nechť $f(x)$ je omezena v uzavřeném intervalu $\langle a, b \rangle$. Pak existuje limita horních [dolních] součtů a je rovna infimu [supremu] všech horních [dolních] součtů.

Poznámka 11. Hledáme-li hodnotu limity horních [dolních] součtů, pak můžeme použít libovolnou nulovou posloupnost dělení.

FUNKCE SCHOPNĚ INTEGRACE

Věta 3. Nutná a postačitelná podmínka, aby ohraničená funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ byla integrovatelná, je

$$\lim_{n \rightarrow \infty} [S(D_n, f) - s(D_n, f)] = 0,$$

tj. aby limita horních součtů byla rovna limitě dolních součtů: $I = \bar{I}$.

Věta 4. Je-li funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ spojitá, pak je v něm integrovatelná.

Věta 5. Má-li ohraničená funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ konečný počet bodů nespojitosti, pak je v $\langle a, b \rangle$ integroscapná.

Poznámka 12. Je-li funkce $f(x)$ integrovatelná v $\langle a, b \rangle$, pak stačí k výpočtu integrálu stanovit jednu z limit $\lim_{n \rightarrow \infty} s(D_n, f)$, $\lim_{n \rightarrow \infty} S(D_n, f)$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma(D_n, f)$ pro jakoukoliv nulovou posloupnost dělení.

Příklad 2. Vypočítejte $\int_a^b x^s dx$, $0 < a < b$, s reálné číslo.

Řešení: Funkce x^s je v $\langle a, b \rangle$ integrovatelná. V příkladě 1 bylo pro $s \neq -1$ $S(D_n, f) = (b^{s+1} - a^{s+1}) \frac{q - 1}{q^{s+1} - 1}$, $q = \sqrt[n]{\frac{b}{a}}$.

Posloupnost $\{D_n\}$ je nulová, proto

$$\int_a^b x^s dx = \lim_{n \rightarrow \infty} S(D_n, f) = \lim_{n \rightarrow \infty} (b^{s+1} - a^{s+1}) \frac{q-1}{q^{s+1}-1} = \frac{b^{s+1} - a^{s+1}}{s+1}.$$

Věta 6. Necht funkce $f_1(x), \dots, f_k(x)$ jsou v $\langle a, b \rangle$ integrovatelné. Pak funkce $g(x) = c_1 f_1(x) + \dots + c_k f_k(x)$, kde $c_1, c_2, \dots, c_k$ jsou reálné konstanty, je integrovatelná a je

$$\int_a^b g(x) dx = c_1 \int_a^b f_1(x) dx + c_2 \int_a^b f_2(x) dx + \dots + c_k \int_a^b f_k(x) dx.$$

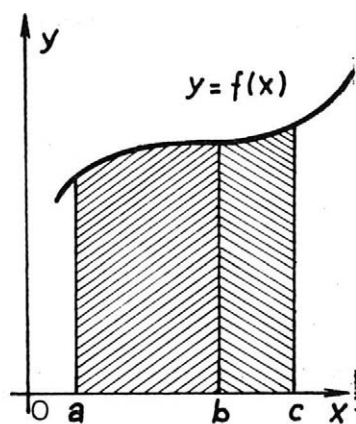
Poznámka 13. Tuto vlastnost, kterou nazýváme distributivní vlastností integrálu, můžeme vyslovit takto: Integrál ze součtu integrovatelných funkcí se rovná součtu jednotlivých sčítanců.

Poznámka 14. Má-li součet $f(x) + g(x)$ integrál, pak každý sčítanec nemusí být funkcí integrovatelnou.

Příklad 3. Vypočtěte $\int_1^3 (3x^2 - 2x + 5) dx$.

Řešení: Podle věty 6 a příkladu 2 je

$$\begin{aligned} \int_1^3 (3x^2 - 2x + 5) dx &= 3 \int_1^3 x^2 dx - 2 \int_1^3 x dx + 5 \int_1^3 dx = 3 \frac{3^3 - 1^3}{3} - \\ &- 2 \frac{3^2 - 1^2}{2} + 5 \frac{3^1 - 1^1}{1} = 28. \end{aligned}$$



4.

Věta 7. Necht funkce $f(x)$ a $g(x)$ jsou v $\langle a, b \rangle$ integrovatelné. Pak také součin $f(x) \cdot g(x)$ má integrál.

Poznámka 15. Úplnou indukci lze větu rozšířit na součin konečného počtu integrovatelných funkcí.

Věta 8. Necht funkce $f(x)$ a $g(x)$ jsou integrace schopné v $\langle a, b \rangle$. Necht $g(x)$ je stále kladná nebo záporná a necht její supremum a infimum je různé od nuly.

Pak podíl $\frac{f(x)}{g(x)}$ je funkce integraceschopná v $\langle a, b \rangle$.

Věta 9. Necht $a > b > c$. Je-li funkce $f(x)$ integrovatelná v $\langle a, b \rangle$ i v $\langle b, c \rangle$, pak je integrovatelná i v $\langle a, c \rangle$ a platí $\int_a^c f(x) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_b^c f(x) dx$.

Poznámka 16. Indukci můžeme větu rozšířit. Necht D je dělení intervalu $Q = \langle a, b \rangle$ s dělicími body $a = x_0 < x_1 < \dots < x_p = b$. Je-li funkce $f(x)$ integrovatelná v každém intervalu $Q_i = \langle x_{i-1}, x_i \rangle$, $i = 1, 2, \dots, p$ je integrace schopná i v intervalu Q a platí

$$\int_Q f(x) dx = \sum_{i=1}^p \int_{Q_i} f(x) dx \text{ (obr. 4).}$$

Výpočet určitého integrálu přímo z definice pomocí integrálních součtů je i v jednoduchých případech dosti složitý a pracný. Je proto přirozené, že bylo nutno nalézt prakticky vhodnou metodu výpočtu určitého integrálu. Tato metoda byla objevena Newtonem [1642–1727] a Leibnitzem [1646–1716].

Věta 10. Buď $f(x)$ funkce integrovatelná v $\langle a, b \rangle$. Nechť $F(x)$ je funkce spojitá v $\langle a, b \rangle$, která je v (a, b) primitivní k funkci $f(x)$, tj. $F'(x) = f(x)$. Pak platí vzorec

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a).$$

Poznámka 17. Rozdíl funkčních hodnot funkce $F(x)$ v bodech a, b značíme $F x \Big|_a^b$ nebo $[F x]_a^b$. Pak Newton-Leibnitzův vzorec píšeme ve tvaru

$$\int_a^b f(x) dx = [F(x)]_a^b = F(b) - F(a).$$

Poznámka 18. Je-li funkce $f(x)$ spojitá, pak primitivní funkci lze získat pomocí neurčitého integrálu.

Příklad 4. Vypočítejte a) $\int_0^2 x^2 dx$, b) $\int_0^\pi \sin x dx$.

Řešení: a) Funkce $f(x) = x^2$ je integrovatelná v $\langle 0, 2 \rangle$, protože je tam spojitá. Funkce $F(x) = \frac{x^3}{3}$ je primitivní k $f(x)$ v $(0, 2)$ a je spojitá v $[0, 2]$. Proto je

$$\int_0^2 x^2 dx = \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^2 = \frac{8}{3} - 0 = \frac{8}{3}.$$

b) Podobně se snadno zjistí, že jsou splněny předpoklady věty. Proto

$$\int_0^\pi \sin x dx = [-\cos x]_0^\pi = -\cos \pi - (-\cos 0) = 2.$$

VLASTNOSTI URČITÉHO INTEGRÁLU

V tomto odstavci budou uvedeny vlastnosti integrovatelných funkcí, které nám usnadní v mnoha případech integrál vypočítat nebo vhodně odhadnout.

Věta 11. Jsou-li funkce $f(x), g(x)$ v $\langle a, b \rangle$ integrovatelné a je-li $f(x) \leq g(x)$ pro všechna $x \in \langle a, b \rangle$, pak platí nerovnost $\int_a^b f(x) dx \leq \int_a^b g(x) dx$.

Poznámka 19. Je-li $g(x) \geq 0$ pro $x \in \langle a, b \rangle$ pak $\int_a^b g(x) dx \geq 0$.

Poznámka 20. Věta 2 nám umožňuje bez výpočtu integrálů odhadnout, který ze dvou integrálů v $\langle a, b \rangle$ je menší nebo větší.

Příklad 5. Ukažte, že platí $0 < \int_0^1 \frac{x^7}{3\sqrt{1+x^6}} dx < \frac{1}{8}$.

Řešení: Pro $f(x) = \frac{1}{3\sqrt{1+x^6}}$ platí v $(0, 1)$ $0 < f(x) < x^7$, takže

$$0 < \int_0^1 \frac{1}{3_1 x^6} x^7 dx < \int_0^1 x^7 dx = \frac{1}{8}.$$

Věta 12. Nechť $f(x)$ je integrovatelná funkce v $\langle a, b \rangle$. Nechť $m \leq f(x) \leq M$ pro každé $x \in \langle a, b \rangle$. Pak platí nerovnost

$$m(b-a) \leq \int_a^b f(x) dx \leq M(b-a).$$

Poznámka 21. Tato věta nám umožní odhad integrálů, které elementárními metodami nedovedeme vyčíslit.

Příklad 6. Pro funkci $f(x) = x^x$, $x > 0$, $f(0) = 1$, odhadněte $\int_0^1 f(x) dx$.

Řešení: Funkce $f(x) = x^x$ je v $\langle 0, 1 \rangle$ spojitá. [$\lim_{x \rightarrow 0+} x^x = 1$]. Existuje proto $\int_0^1 x^x dx$. Abychom odhadli jeho hodnotu, najdeme maximum a minimum $f(x)$ v $\langle 0, 1 \rangle$. Protože $f'(x) = x^x (\ln x + 1)$ pro $x > 0$, je $f'(x) = 0$ pro $x = e^{-1}$. Nabývá tedy daná funkce extrém v $\langle 0, 1 \rangle$ v některém z bodů $0, e^{-1}, 1$. Protože $f(e^{-1}) = 0,692 \dots$, $f(0) = f(1) = 1$ je minimum $m = 0,692$ a maximum $M = 1$. Proto $0,692 \dots \leq \int_0^1 x^x dx \leq 1$.

Věta 13. [Věta ostřední hodnotě integrálního počtu]. Nechť platí tyto předpoklady:
1° funkce $f(x)$ a $g(x)$ jsou v intervalu $\langle a, b \rangle$ integrovatelné.

2° $m \leq f(x) \leq M$ [$f(x)$ je v $\langle a, b \rangle$ omezená].

3° $g(x) \geq 0$ [$g(x) \leq 0$] pro $x \in \langle a, b \rangle$.

Pak existuje číslo μ , pro něž $m \leq \mu \leq M$, takové, že platí

$$\int_a^b f(x) g(x) dx = \mu \int_a^b g(x) dx.$$

Zvláštní případy:

a) Je-li $g(x) = 1$ pro $x \in \langle a, b \rangle$, pak $\int_a^b f(x) dx = \mu (b-a)$ a číslo $\mu = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx$ nazýváme střední hodnotou funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$.

b) Je-li $f(x)$ spojitá v $\langle a, b \rangle$, pak existuje alespoň jeden bod $\xi \in \langle a, b \rangle$, pro který $f(\xi) = \mu$.

Pak vzorce mají tvar

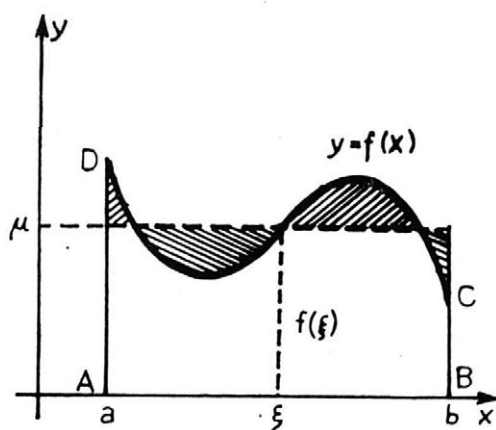
$$\int_a^b f(x) g(x) dx = f(\xi) \int_a^b g(x) dx, \text{ resp. } \int_a^b f(x) dx = f(\xi) (b-a).$$

Poznámka 22. Geometrický význam. Je-li $f(x) \geq 0$, pak číslo $\mu = f(\xi)$ představuje výšku obdélníka o základně $AB = b-a$, jehož plocha se rovná ploše křivočarého lichoběžníka [který se dá vyčíslit určitým integrálem] – obr. 5.

Příklad 7. Určete střední hodnotu funkce $f(x) = \cos x$ v $\langle 0, \frac{\pi}{2} \rangle$.

Řešení:

$$\mu = \frac{1}{\frac{\pi}{2} - 0} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos x dx = \frac{2}{\pi} \left[\sin x \right]_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{2}{\pi}.$$



5.

Příklad 8. Pomocí věty o střední hodnotě odhadněte integrál $I = \int_0^1 \frac{x^9}{\sqrt{1+x}} dx$.

Řešení: Položíme $f(x) = \frac{1}{\sqrt{1+x}}$, $g(x) = x^9$. Protože $f(x)$ je v $\langle 0, 1 \rangle$ spojitá a $g(x)$ stále kladná, dostáváme

$$I = \int_0^1 \frac{1}{\sqrt{1+x}} \cdot x^9 dx = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \int_0^1 x^9 dx = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \left[\frac{1}{10} x^{10} \right]_0^1 = \\ = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \cdot \frac{1}{10},$$

kde $0 \leq \xi \leq 1$. Tedy $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \leq I \leq \frac{1}{10}$.

Poznámka 23. Je-li funkce $f(t)$ periodická s periodou T , pak druhou odmocninou ze střední hodnoty funkce $f^2(t)$ v $\langle 0, T \rangle$ nebo v $\langle t_0, t_0 + T \rangle$ nazýváme efektivní hodnotou $f_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt}$.

Jestliže $f(t)$ udává v libovolném čase t_0 hodnotu elektrického proudu v ampérech, který prochází vodičem s odporem R ohmů, f_{ef} je hodnota jednosměrného proudu, který na odporu R za dobu T vykoná stejnou práci jako střídavý proud $i(t) = f(t) = I_0 \sin \omega t$ [I_0 maximální hodnota proudu, $T = \frac{2\pi}{\omega}$].

Věta 14. Necht $f(x)$ je spojitá v $\langle a, b \rangle$. Pak funkce $F(x) = \int_a^x f(t) dt$ je v intervalu $\langle a, b \rangle$ spojitá a má v každém bodě $x_0 \in (a, b)$ derivaci $F'(x_0) = f(x_0)$ [pro $x = a$ derivaci zprava, pro $x = b$ derivaci zleva].
Důsledek. Je-li $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ spojitá, pak k ní existuje v (a, b) funkce primitivní.

Poznámka 24. Primitivní funkce $F(x) = \int_a^x f(t) dt$ je jednou z množiny primitivních funkcí $k f(x)$, a to ta, která pro $x = a$ je rovna nule. Lze ji psát ve tvaru $F(x) = F(a) + \int_a^x f'(t) dt$.

Věta 15. Nechť $1^\circ f(x)$ je spojitá v $\langle A, B \rangle$. 2° funkce $\varphi(t)$ má spojitou derivace v $\langle \alpha, \beta \rangle$. 3° φ je zobrazení intervalu $\langle \alpha, \beta \rangle$ do intervalu $\langle A, B \rangle$ [pro každé $t \in \langle \alpha, \beta \rangle$ je $\varphi(t) \in \langle A, B \rangle$]. $4^\circ a = \varphi(\alpha)$, $b = \varphi(\beta)$. Pak platí

$$\int_a^b f(x) dx = \int_\alpha^\beta f[\varphi(t)] \varphi'(t) dt.$$

Poznámka 25. Při používání této věty musíme bedlivě dbát na to, zda jsou splněny předpoklady, protože po výpočtu nemáme možnost přesvědčit se derivováním o správnosti výpočtu jako u neurčitých integrálů.

Poznámka 26. Větu lze použít, i když $f(x)$ má v $\langle A, B \rangle$ konečný počet bodů nespojitosti. Pak stačí vhodně rozdělit interval $\langle A, B \rangle$.

Příklad 9. Vypočtěte integrál $I = \int_1^4 \frac{2\sqrt{x}}{5 + \sqrt{x}} dx$.

Řešení: Použijeme substitute $x = (t - 5)^2 = t^2 - 10t + 25$. Meze α, β pro proměnnou t vypočteme z rovnice $t = \varphi_{-1}(x) = 5 + \sqrt{x}$ dosazením 1, resp. 4, za x ; $\alpha = 6$, $\beta = 7$.

Funkce $f(x) = \frac{2\sqrt{x}}{5 + \sqrt{x}}$, $\varphi(t) = t^2 - 10t + 25$ vyhovují zřejmě podmínkám věty. [$\varphi(t)$ má v intervalu $\langle 6, 7 \rangle$ spojitou derivace $\varphi'(t) = (2t - 10)$.]
Proto

$$I = \int_6^7 \frac{2(t-5)}{t} (2t-10) dt = 4 \int_6^7 \left(t - 10 + \frac{25}{t} \right) dt = 100 \ln \frac{7}{6} - 14 \doteq 1,416.$$

Formální postup při praktickém použití substituční metody:

Vypočteme z rovnice $x = \varphi(t)$ novou proměnnou $t = \varphi_{-1}(x)$.

Položíme $\alpha = \varphi_{-1}(a)$, $\beta = \varphi_{-1}(b)$ [je-li inverzní funkce $\varphi_{-1}(x)$ nespojitá v bodě a , resp. b , položíme $\alpha = \lim_{x \rightarrow a^+} \varphi_{-1}(x)$, $\beta = \lim_{x \rightarrow b^-} \varphi_{-1}(x)$].

Přesvědčíme se, zda platí obráceně rovnosti $\varphi(\alpha) = a$, $\varphi(\beta) = b$.

Přesvědčíme se, zda transformovaný integrál je integrálem ze spojitě funkce proměnné t .

Věta 16. Nechť funkce $u(x)$, $v(x)$ mají v intervalu $\langle a, b \rangle$ spojitě derivace $u'(x)$, $v'(x)$. Pak platí:

$$\int_a^b u'(x) v(x) dx = u(b) v(b) - u(a) v(a) - \int_a^b u(x) v'(x) dx.$$

Příklad 10. Vypočtěte integrál $I = \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} \frac{x}{\sin^2 x} dx$.

Řešení: Položíme $u'(x) = \frac{1}{\sin^2 x}$, $v(x) = x$. Pak bude $u(x) = -\cotg x$, $v'(x) = 1$, tedy

$$\begin{aligned} I &= - \left[x \cotg x \right]_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} + \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} \cotg x dx = - \frac{\pi \sqrt{3}}{9} + \frac{\pi}{4} + \left[\ln \sin x \right]_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{3}} = \\ &= \pi \left(\frac{1}{4} - \frac{3}{9} \right) + \frac{1}{2} \ln \frac{3}{2}. \end{aligned}$$

POUŽITÍ INTEGRÁLNÍHO POČTU

Integrální počet má velmi četné použití v praxi. V dalším si všimneme některých aplikací důležitých v geometrii pro definování některých veličin, které splňují společný požadavek.

Je-li útvar rozdělen na části, pak hodnota veličiny pro celý útvar musí být rovna součtu hodnot veličin jednotlivých částí [součtové vlastnosti].

Postup, podle kterého se definují takové veličiny, je obdobný postupu, kterým je definován obsah křivočarého lichoběžníka.

Dělení D intervalu $\langle a, b \rangle$ rozdělí interval na n dělicích intervalů.

V každém dělicím intervalu nahradíme [aproximujeme] daný útvar, a tím také útvar v celém intervalu $\langle a, b \rangle$, podle jeho povahy jednodušším útvarem.

Vypočteme hodnotu vyšetřované veličiny pro jednodušší útvar sestrojený podle bodu 2°. Tato hodnota se dá obvykle vyjádřit ve tvaru integrálního součtu $\sigma(D, f) = \sum f(\xi_i) \Delta x_i$ jisté funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$. Jednotlivé členy součtu pak nazýváme elementy uvažované veličiny.

Je-li funkce spojitá v $\langle a, b \rangle$, pak hodnotu veličiny dostaneme limitním přechodem pomocí integrálu $\int_a^b f(x) dx$, který slouží jako vzorec pro výpočet uvažované veličiny.

Mechanicky lze tento proces vyjádřit tak, že v limitním přechodu element $f(\xi_i) \Delta x_i$ [konečně malý] nahradíme diferenciálem $f(x) dx$ [element nekonečně malý] a součtový znak znakem integrálu.

Tato myšlenka se uplatňuje při aplikaci určitého integrálu v technické praxi.

OBSAH ROVINNÉHO VZORCE

Obsah křivočarého lichoběžníka

Definice 1. Nechť $f(x)$ je funkce integrace schopná v $\langle a, b \rangle$ a $f(x) > 0$. Pak plochu P křivočarého lichoběžníka L , omezeného čarami $x = a$, $x = b$, $y = f(x)$ definujeme

$$P = \int_a^b f(x) dx.$$

Poznámka 1. Obsah křivočarého lichoběžníka můžeme také definovat jako společnou limitu nepsaných a opsaných stupňovitých mnohoúhelníků.

Poznámka 2. Vzorec nám umožňuje vyčíslit i obsah obrazce znázorněného na obr. 7, který je ohraničen „shora“ grafem funkce $f(x)$ schopné integrace v $\langle a, b \rangle$ a nespojitě v bodech c, d , $a < c < d < b$. Pak

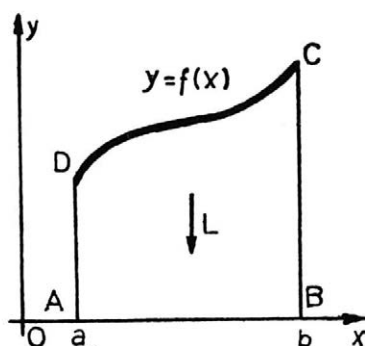
$$P = P_1 + P_2 + P_3 = \int_a^c f(x) dx + \int_c^d f(x) dx + \int_d^b f(x) dx.$$

Je-li $f(x) \leq 0$ funkce integraceschopná v $\langle a, b \rangle$, pak také $\int_a^b f(x) dx \leq 0$. Funkce $g(x) = -f(x) \geq 0$ a tedy

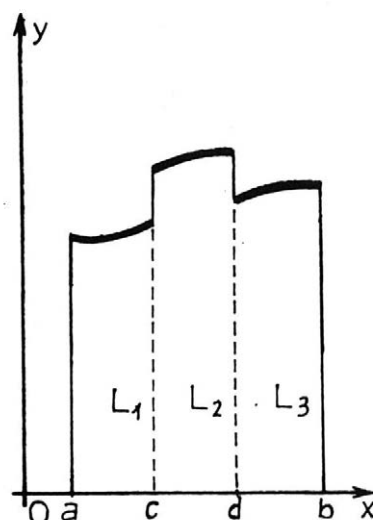
$$P = \int_a^b g(x) dx = - \int_a^b f(x) dx, \text{ tj. } P = \left| \int_a^b f(x) dx \right|.$$

Poznámka 3. Mění-li funkce $f(x)$ v intervalu $\langle a, b \rangle$ znaménko nebo protíná-li její graf osu x v konečném počtu bodů $x_1 < x_2 < \dots < x_h$, pak $\int_a^b f(x) dx = \int_a^{x_1} f(x) dx + \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx + \dots + \int_{x_h}^b f(x) dx$.

Každý integrál na pravé straně je roven obsahu křivočarého lichoběžníka opatřeného znaménkem plus nebo minus podle znaménka $f(x)$ v příslušném intervalu. Integrál



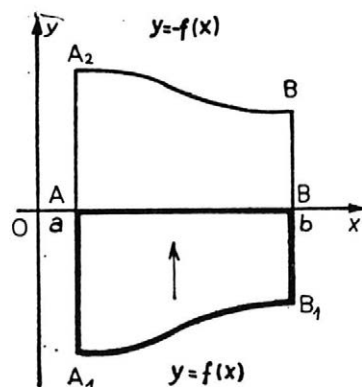
6.



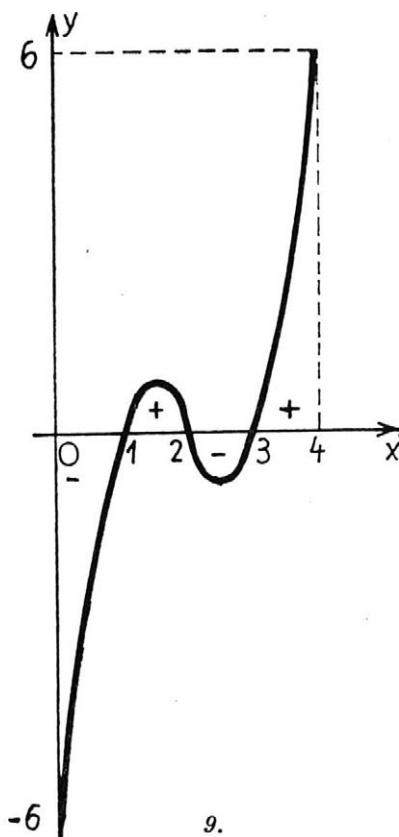
7.

$\int_a^b f(x) dx$ je tedy algebraickým součtem obsahů křivočarých lichoběžníků příslušných k funkci $f(x)$ v dílčích intervalech.

Příklad 17. Určete obsah obrazce ohraničeného křivkou $y = x^3 - 6x^2 + 11x - 6$ osou x a přímkami $x = 0$, $x = 4$.



8.



9.

Řešení: Daná křivka protíná osu x v bodech $x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3$ a má tvar zobrazený na obr. 9. Pro obsah P dostáváme $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = - \int_0^1 (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) dx + \int_1^2 (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) dx - \int_2^3 (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) dx + \int_3^4 (x^3 - 6x^2 + 11x - 6) dx = 5$.

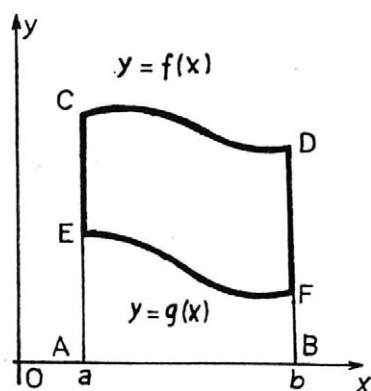
Obsah obrazce ohraničeného dvěma křivkami

Jsou-li dány v intervalu $\langle a, b \rangle$ dvě integrace schopné funkce $f(x)$ a $g(x)$, $f(x) \geq g(x) \geq 0$, pak obsah P obrazce ohraničeného křivkami $y = f(x)$, $y = g(x)$ a přímkami $x = a$, $x = b$ (obr. 10) vypočteme takto: Funkci $f(x)$, resp. $g(x)$, přísluší v $\langle a, b \rangle$ křivkový lichoběžník $L_1 = ABCD$, resp. $L_2 = ABFE$, o obsahu P_1 , resp. P_2 . $P = P_1 - P_2$

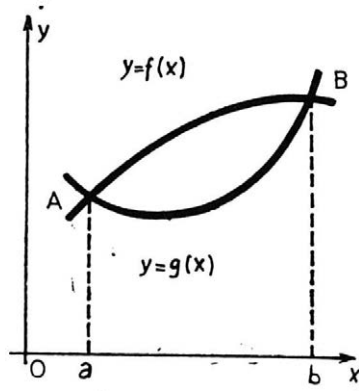
$$P = \int_a^b f(x) dx - \int_a^b g(x) dx = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx.$$

Poznámka 4. Vzorec platí i tehdy, jsou-li grafy jedné nebo obou funkcí pod osou x .

Poznámka 5. Jestliže a, b jsou x -ové souřadnice dvou sousedních průsečíků křivek $y = f(x)$ a $y = g(x)$, pak vzorec dává obsah obrazce ohraničeného těmito křivkami (obr. 11).



10.



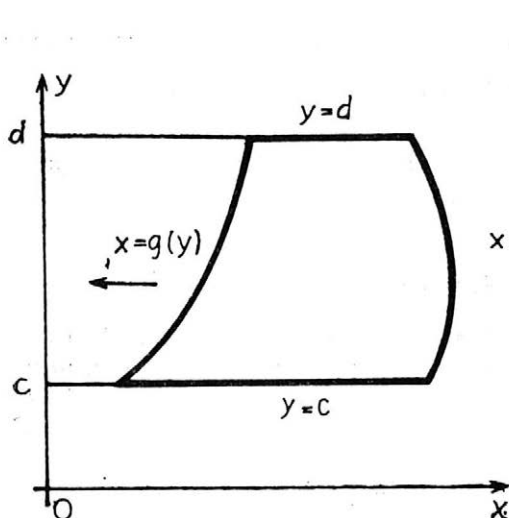
11.

Poznámka 6. Pro výpočet obsahu P obrazce ohraničeného rovnoběžkami s osou x , $y = c$, $y = d$ a grafy integraceschopných funkcí $x = f(y)$, $x = g(y)$, $f(y) \geq g(y)$ (obr. 12) je $P = \int_c^d [f(y) - g(y)] dy$.

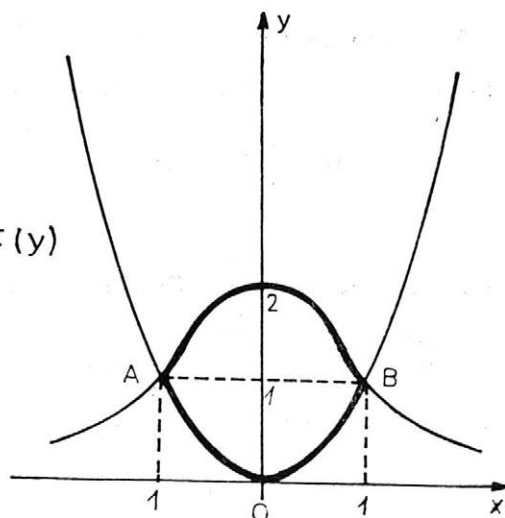
Příklad 2. Vypočtěte obsah obrazce P ohraničeného grafy funkcí $f(x) = \frac{2}{1+x^2}$, $g(x) = x^2$ (obr. 13).

Řešení: Nejprve vypočteme x -ové souřadnice průsečíků obou křivek. Řešením rovnice $\frac{2}{1+x^2} = x^2$ dostaneme reálné kořeny $x_1 = -1, x_2 = 1$ [$y_{1,2} = 1$]. Funkce $f(x)$ a $g(x)$ jsou spojité a $f(x) \geq g(x) \geq 0$ pro $x \in \langle -1, 1 \rangle$. Proto

$$P = \int_{-1}^1 \left(\frac{2}{1+x^2} - x^2 \right) dx = \left[2 \operatorname{arctg} x - \frac{1}{3} x^3 \right]_{-1}^1 = \pi - \frac{2}{3}.$$



12.



13.

Obsah obrazce v polárních souřadnicích

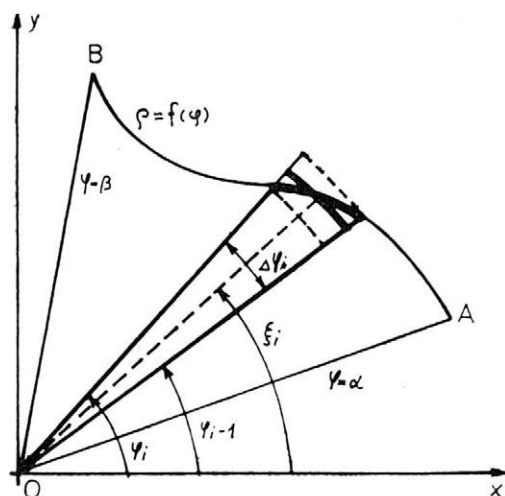
Nechť $\varrho = f(\varphi)$ je rovnici křivky v polárních souřadnicích a $f(\varphi) \geq 0$ je spojitá funkce pro $\varphi \in \langle \alpha, \beta \rangle$, který leží v $\langle 0, 2\pi \rangle$ nebo $\langle -\pi, \pi \rangle$. Obrazec, omezený polopřímkami $\varphi = \alpha$, $\varphi = \beta$ a obloukem křivky $\varrho = f(\varphi)$ nazýváme křivočarou výsečí (obr. 14). Její obsah je dán vzorcem

$$P = \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\beta} [f(\varphi)]^2 d\varphi = \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\beta} \varrho^2 d\varphi.$$

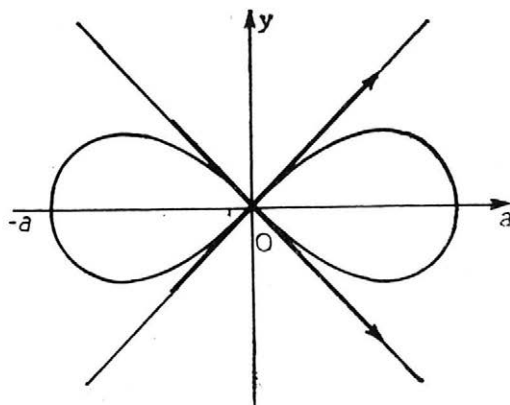
Poznámka 7. Elementem je kruhová výseč, jejíž obsah je $\frac{1}{2} f(\xi_i) \Delta\varphi_i$.

$$\text{Pak } P = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n f^2(\xi_i) \Delta\varphi_i = \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma \left(D_n, \frac{1}{2} f^2 \right).$$

Příklad 3. Vypočítejte obsah jedné smyčky křivky, jejíž rovnice je $\varrho = a \sqrt{\cos^2 \varphi}$ (lemniskáta).



14.



15.

Řešení. Funkce $f(\varphi)$ je definována v intervalu $\left\langle -\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4} \right\rangle$ a $\left\langle \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4} \right\rangle$. Těmto intervalům odpovídají dvě smyčky křivky. Omezíme se na interval $\left\langle -\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4} \right\rangle$. Pak

$$P = \frac{1}{2} \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} a^2 \cos 2\varphi \, d\varphi = \frac{1}{2} a^2 \left[\frac{1}{2} \sin 2\varphi \right]_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} = \frac{1}{2} a^2.$$

Obsah obrazce při parametrických rovnicích křivky

Nechť je dána křivka parametrickými rovnicemi $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, $t \in \langle a, \beta \rangle$, kde funkce $\varphi(t)$ a $\psi(t)$ jsou spojitě v $\langle a, \beta \rangle$; $\psi(t) \geq 0$, $\varphi'(t) > 0$ pro $t \in \langle a, \beta \rangle$, $\varphi(a) = a$, $\varphi(\beta) = b$. Za uvedených podmínek je daná křivka v intervalu $\langle a, b \rangle$ grafem spojitě funkce $y = \psi(t) = \psi[\varphi^{-1}(x)]$, kde $\varphi^{-1}(x)$ je inverzní funkce k $\varphi(t)$. Pak obsah P křivočarého lichoběžníka ohraničeného danou funkcí je $P = \int_a^b \psi[\varphi^{-1}(x)] \, dx$ a po substituci $x = \varphi(t)$, $\varphi^{-1}[\varphi(t)] = t$

$$P = \int_a^\beta \psi(t) \varphi'(t) \, dt.$$

Příklad 4. Vypočítejte obsah obrazce omezeného osou x a jednou větví cykloidy, jejíž rovnice je $x = r(t - \sin t)$, $y = r(1 - \cos t)$.

Řešení: Uvažujme oblouk v intervalu $\langle 0, 2\pi \rangle$. Funkce $\psi(t) \geq 0$ pro $t \in \langle 0, 2\pi \rangle$; $\varphi(t)$ je tam spojitá a její derivace $\varphi'(t) = r(1 - \cos t) > 0$ pro $t \in (0, 2\pi)$. Proto

$$\begin{aligned} P &= \int_0^{2\pi} r(1 - \cos t) r(1 - \cos t) \, dt = r^2 \int_0^{2\pi} (1 - 2\cos t + \cos^2 t) \, dt = \\ &= r^2 \left[t - 2\sin t + \frac{t}{2} + \frac{1}{4} \sin 2t \right]_0^{2\pi} = 3\pi r^2. \end{aligned}$$

Délka oblouku rovinné křivky [rektifikace]

Uvažujeme o rovinné křivce dané rovnicí $y = f(x)$, kde $f(x)$ má spojitou derivaci v (a, b) . Nechť D je libovolné dělení intervalu $\langle a, b \rangle$. Dělicím bodům odpovídá na křivce posloupnost bodů $M_0, M_1, \dots, M_n$. Spojme každé dva po sobě jdoucí body úsečkou. Dostaneme lomenou čáru L_n , patřící k dělení D . Délka i -té úsečky je $\overline{M_{i-1}M_i} = \sqrt{\Delta x_i^2 + [f(x_i) - f(x_{i-1})]^2} = \sqrt{1 + [f'(\xi_i)]^2} \Delta x_i$, [podle věty o přírůstku funkce existuje číslo ξ_i takové, že $f(x_i) - f(x_{i-1}) = f'(\xi_i)(x_i - x_{i-1})$]. Tedy

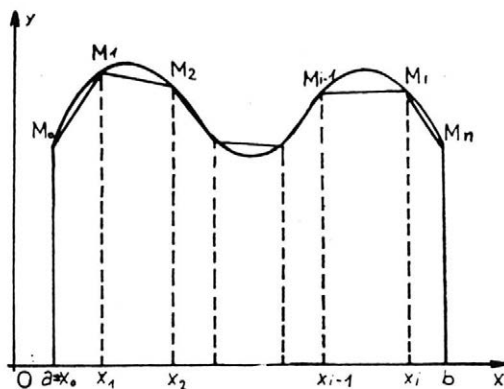
$L_n = \sum_{i=1}^n \sqrt{1 + [f'(\xi_i)]^2} \Delta x_i$. To je však integrální součet $\sigma(D, \sqrt{1 + f'^2})$ pro funkci $\sqrt{1 + [f'(x)]^2}$. Tedy [viz obr. 16]

$$L = \lim_{n \rightarrow \infty} L_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma(D_n, \sqrt{1 + f'^2}) = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} \, dx.$$

Poznámka 8. Existuje-li tato limita, říkáme, že křivka je schopná rektifikace.

Věta 1. Délku L oblouku rovinné křivky dané rovnicí $y = f(x)$, kde $f(x)$ je funkce se spojitou derivací v (a, b) , určíme podle vzorce

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} \, dx.$$



16.

Příklad 5. Vypočítejte délku křivky $y = \ln \cos x$ pro $x \in \left\langle 0, \frac{\pi}{3} \right\rangle$.

Řešení. Daná funkce má v intervalu $\left(0, \frac{\pi}{3}\right)$ spojitou derivaci $y' = -\frac{\sin x}{\cos x}$. Pak

$$L = \int_0^{\frac{\pi}{3}} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 x} dx = \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{1}{\cos x} dx = \left[\ln \operatorname{tg} \left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right]_0^{\frac{\pi}{3}} = \ln \operatorname{tg} \frac{5\pi}{12} \doteq 1,317.$$

Poznámka 9. Výraz $dL = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = \sqrt{dx^2 + dy^2}$ nazýváme diferenciálem [elementem] oblouku křivky $y = f(x)$.

Délka oblouku křivky dané parametricky

Věta 2. Nechť je dána křivka parametricky rovnicemi $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, $t \in \langle \alpha, \beta \rangle$. Mají-li funkce $\varphi(t)$ a $\psi(t)$ spojitě derivace $\varphi'(t)$ $\psi'(t)$ a $\varphi'(t) > 0$ pro $t \in \langle \alpha, \beta \rangle$, pak daná křivka je schopná rektifikace a platí

$$L = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{[\varphi'(t)]^2 + [\psi'(t)]^2} dt.$$

Příklad 6. Vypočítejte délku asteroidy $x = a \cos^3 t$, $y = a \sin^3 t$.

Řešení. Asteroida je souměrná podle obou souřadných os. Vyčíslíme délku její čtvrtiny, tj. pro $t \in \left\langle 0, \frac{\pi}{2} \right\rangle$. Je $\varphi'(t) = -3a \cos^2 t \sin t$, $\psi'(t) = 3a \sin^2 t \cos t$ a tedy

$$L = 4 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{9a^2 \cos^4 t \sin^2 t + 9a^2 \sin^4 t \cos^2 t} dt = 6a \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 t dt$$

$$6a \left[-\frac{\cos 2t}{2} \right]_0^{\frac{\pi}{2}} = 6a.$$

Délka křivky v polárních souřadnicích

Je-li křivka dána v polárních souřadnicích rovnicí $\rho = f(\varphi)$ $\varphi \in \langle \alpha, \beta \rangle$, kde $f(\varphi)$ má spojitou derivaci $f'(\varphi)$, lze její rovnici napsat v parametrickém tvaru a použít předešlého vzorce. Po úpravě bude

$$L = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{[f'(\varphi)]^2 + [f(\varphi)]^2} d\varphi.$$

Příklad 7. Vypočítejte délku archimedovy spirály $\varrho = a\varphi$, $\varphi \in \langle 0, 2\pi \rangle$.

Řešení: Funkce $\varrho = a\varphi$ má v intervalu $\langle 0, 2\pi \rangle$ spojitou derivaci $\varrho' = a$. Proto

$$L = \int_0^{2\pi} \sqrt{(a\varphi)^2 + a^2} d\varphi = a \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \varphi^2} d\varphi = a \left[\frac{\varphi}{2} \sqrt{1 + \varphi^2} + \frac{1}{2} \ln(\varphi + \sqrt{1 + \varphi^2}) \right]_0^{2\pi} = 21,256 a.$$

OBJEM TĚLESA (KUBATURA)

Objem tělesa nerotačního

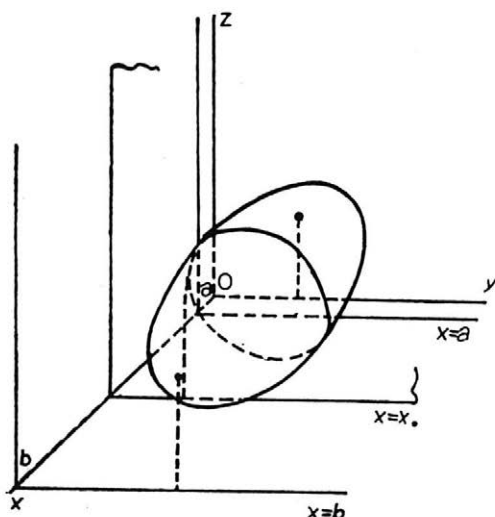
Uvažujme o tělese T , jehož průmět do osy x je interval $\langle a, b \rangle$. Nechť jeho řez rovinou $x = x_0$, $x_0 \in \langle a, b \rangle$ má obsah $u(x_0)$ [obr. 17]. Předpokládejme, že $u(x)$ je spojitá funkce v $\langle a, b \rangle$. Nechť D je dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ a $\{\xi\}$ výběr reprezentantů dělicích intervalů.

Pak $u(\xi_i) \Delta x_i$ je objem válce o základně $u(\xi_i)$ a výšce Δx_i . Součet $\sigma(D, u) = \sum_{i=1}^n u(\xi_i) \Delta x_i$

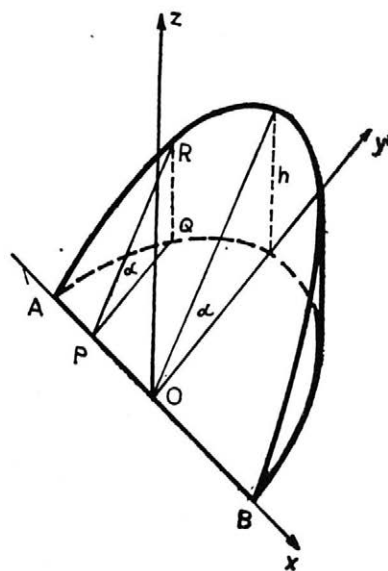
je objem stupňovitěho tělesa skládajícího se z přímých válců V_n . Číslo $\sigma(D, u)$ značí tedy přibližnou hodnotu objemu daného tělesa. Objem V daného tělesa T definujeme takto: Je-li $\{D_n\}$ libovolná nulová posloupnost dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ a $\{\xi_i\}$ je výběr reprezentantů, klademe

$$V = \lim_{n \rightarrow \infty} V_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma(D_n, u) = \int_a^b u(x) dx.$$

Příklad 8. Vypočítejte objem tělesa odděleného z rotačního válce rovinou procházející středem podstavy válce a svírající s ní úhel α [obr. 18].



17.



18.

Řešení. Průměr $\overline{AB}$ podstavy zvolme za osu x , střed O za počátek soustavy souřadnic. Poloměr podstavy označme r . Řezy rovinami kolmými k ose x , protínají dané těleso v trojúhelnících podobných. Rovina $x = x_0$ protíná těleso v trojúhelníku PQR , pro jehož obsah platí

$$u(x_0) = \frac{1}{2} \overline{PQ} \cdot \overline{QR}, \overline{PQ} = y_0 = \sqrt{r^2 - x_0^2}, \overline{OR} = y_0 \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{r^2 - x_0^2} \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$u(x_0) = \frac{1}{2} (r^2 - x_0^2) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ a tedy } u(x) = \frac{1}{2} (r^2 - x^2) \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\text{Proto } V = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \int_{-r}^r (r^2 - x^2) dx = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha \left[r^2 x - \frac{1}{3} x^3 \right]_{-r}^r = \frac{2}{3} r^3 \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\text{Označme } h \text{ výšku tělesa. Pak } h = r \operatorname{tg} \alpha \text{ a } V = \frac{2}{3} r^2 h.$$

Objem rotačního tělesa

Buď $f(x) > 0$ spojitá funkce v $\langle a, b \rangle$. Otočíme-li kolem osy x o úhel 2π křivočarý lichoběžník příslušný k $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$, vznikne rotační těleso, jehož průmět do osy x je interval $\langle a, b \rangle$ (obr. 18). Obsah řezu rovinou $x = x_0$ je obsah kruhu o poloměru $f(x_0)$, tj. $u(x_0) = \pi f^2(x_0)$.

$$\text{Funkce } u(x) = \pi f^2(x) \text{ je spojitá, a tedy } V = \int_a^b u(x) dx = \pi \int_a^b f^2(x) dx.$$

Poznámka 10. Obsah tělesa, které vznikne rotací kolem osy y křivočarého lichoběžníka, příslušného k funkci $x = f(y) > 0$ v intervalu $\langle c, d \rangle$, je $V = \pi \int_c^d f^2(y) dy$.

Poznámka 11. Vznikne-li těleso rotací obrazce ohraničeného grafy dvou spojitých funkcí $y = f(x)$, $y = g(x)$, $f(x) \geq g(x) \geq 0$ pro $x \in \langle a, b \rangle$, pak objem $V = V_1 - V_2$, kde $V_1[V_2]$ je objem tělesa vzniklého rotací křivočarého lichoběžníka příslušného k $f(x)[g(x)]$.

Příklad 9. Vypočítejte objem tělesa vzniklého rotací obrazce, ohraničeného křivkami $y = 1 - x^2$, $y = x^2 + 2$, $x = \pm 1$ kolem osy x .

Řešení: Funkce $f(x) = x^2 + 2$, $g(x) = 1 - x^2$ jsou v $\langle -1, 1 \rangle$ spojitě a platí $f(x) > g(x) \geq 0$. Proto

$$\begin{aligned} V &= \pi \int_{-1}^1 [(x^2 + 2)^2 - (1 - x^2)^2] dx = \pi \int_{-1}^1 (6x^2 + 3) dx = \\ &= \pi \left[2x^3 + 3x \right]_{-1}^1 = 10\pi. \end{aligned}$$

Poznámka 12. Je-li obrazec, jehož rotací kolem osy x vznikne těleso T , ohraničen křivkou danou parametricky $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, $t \in \langle a, \beta \rangle$ kde $\varphi(t)$, $\psi(t)$ jsou spojitě v $\langle a, \beta \rangle$, $\psi(t) \geq 0$ a $\varphi'(t) > 0$, $\varphi(a) = a$, $\varphi(\beta) = b$, pak

$$V = \pi \int_a^\beta [\psi(t)]^2 \varphi'(t) dt.$$

Příklad 10. Vypočítejte objem tělesa vzniklého rotací kolem osy y obrazce ohraničeného křivkou $x = t^2$, $y = t - \frac{1}{3} t^3$, $t \in \langle 0, \sqrt{3} \rangle$.

Řešení: Funkce $\varphi(t) = t^2$ je pro $t \in \langle 0, \sqrt{3} \rangle$ spojitá a má derivaci $\varphi'(t) = 2t$ spojitou a nezápornou a funkce $\psi(t) = t - \frac{1}{3}t^3 \geq 0$ v $\langle 0, \sqrt{3} \rangle$. Pak

$$\begin{aligned} V &= \pi \int_0^{\sqrt{3}} \left(t - \frac{1}{3}t^3 \right)^2 2t \, dt = 2\pi \int_0^{\sqrt{3}} \left(t^3 - \frac{2}{3}t^5 + \frac{1}{9}t^7 \right) dt = \\ &= 2\pi \left[\frac{1}{4}t^4 - \frac{1}{9}t^6 + \frac{1}{72}t^8 \right]_0^{\sqrt{3}} = \frac{3\pi}{4}. \end{aligned}$$

Povrch rotačního tělesa [obsah rotační plochy — komplanace]

Uvažujme o funkci $f(x) \geq 0$, spojitě v intervalu $\langle a, b \rangle$ se spojitou derivací $f'(x)$ v $\langle a, b \rangle$ [rektifikace schopná]. Rotací křivočarého lichoběžníka patřícího k $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ vznikne rotační těleso. Obsah jeho pláště odhadneme takto: Necht D je dělení intervalu $\langle a, b \rangle$ s dělicími body $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$. Body $M_0[x_0, f(x_0)]$, $M_1[x_1, f(x_1)] \dots M_n[x_n, f(x_n)]$ spojíme úsečkami. Vzniklá lomená čára omezuje rovinný obrazec, jehož rotací kolem osy x o úhel 2π vznikne rotační těleso $V(D)$, složené z komolých kuželů. Obsah jeho pláště $S(D)$ je roven součtu obsahů plášťů těch komolých kuželů a dává přibližnou hodnotu obsahu pláště daného tělesa. Dá se ukázat, že $S(D)$ je integrálním součtem funkce $2\pi f(x) \sqrt{1 + f'^2(x)}$ pro dané dělení D , tj. $S(D) = \sigma(D, 2\pi f \sqrt{1 + f'^2})$. Je-li $\{D_n\}$ nulová posloupnost dělení, $S(D_n)$ je obsah pláště tělesa $V(D_n)$, existuje limita a platí

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S(D_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma(D_n, 2\pi f \sqrt{1 + f'^2}) = 2\pi \int_a^b f(x) \sqrt{1 + [f'(x)]^2} \, dx.$$

Věta 3. Je-li funkce $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$ kladná a má-li spojitou derivaci $f'(x)$, pak obsah S pláště rotačního tělesa, vzniklého rotací křivočarého lichoběžníka příslušného k $f(x)$ v $\langle a, b \rangle$, je dán vzorcem

$$S = 2\pi \int_a^b f(x) \sqrt{1 + [f'(x)]^2} \, dx$$

Poznámka 13. Je-li $x = g(y)$ spojitá a nezáporná funkce v $\langle c, d \rangle$ mající tam spojitou derivaci $g'(y)$, je obsah pláště rotačního tělesa vzniklého rotací křivočarého lichoběžníka příslušného k $g(y)$ v intervalu $\langle c, d \rangle$, kolem osy y , dán vzorcem

$$S = 2\pi \int_c^d g(y) \sqrt{1 + [g'(y)]^2} \, dy.$$

Poznámka 14. Podobně se dá odvodit vzorec pro obsah pláště tělesa, je-li křivka dána parametricky rovnicemi $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, $t \in \langle \alpha, \beta \rangle$, kde funkce $\varphi(t)$ a $\psi(t)$ mají spojitě derivace v $\langle \alpha, \beta \rangle$. Pak obsah pláště rotačního tělesa, vzniklého rotací této křivky kolem osy x je dán vzorcem

$$S = 2\pi \int_{\alpha}^{\beta} \psi(t) \sqrt{[\varphi'(t)]^2 + [\psi'(t)]^2} \, dt.$$

Poznámka 15. Je-li křivka dána v polárních souřadnicích rovnicí $\sigma = f(\varphi)$, $\varphi \in \langle \alpha, \beta \rangle$, kde funkce $f(\varphi)$ má spojitou derivaci v $\langle \alpha, \beta \rangle$, pak obsah pláště rotačního tělesa vzniklého rotací této křivky kolem polární osy je

$$S = 2\pi \int_{\alpha}^{\beta} f(\varphi) \sin \varphi \sqrt{[f(\varphi)]^2 + [f'(\varphi)]^2} \, d\varphi.$$

Příklad 11. Vypočítejte obsah povrchu rotačního tělesa, které vznikne rotací oblouku kubické paraboly $y = x^3$, $x \in \left\langle -\frac{2}{3}, \frac{2}{3} \right\rangle$ kolem osy x .

Řešení: Funkce $f(x) = x^3$ je souměrná podle počátku [lichá]. Rotační plocha se skládá ze dvou stejných částí. Stačí tedy vypočítat povrch jen jedné části. Protože $f(x)$, i $f'(x) = 3x^2$ jsou spojité v $\left\langle 0, \frac{2}{3} \right\rangle$, je

$$\begin{aligned} S &= 2 \cdot 2\pi \int_0^{\frac{2}{3}} x^3 \sqrt{1 + 9x^4} dx = 4\pi \frac{1}{36} \int_0^{\frac{2}{3}} (1 + 9x^4) \frac{1}{2} \cdot 36x^2 dx = \\ &= \frac{\pi}{9} \frac{2}{3} \left[\sqrt{(1 + 9x^4)^3} \right]_0^{\frac{2}{3}} = \frac{2\pi}{27} \left[\frac{125}{27} - 1 \right] \doteq 0,845. \end{aligned}$$

Příklad 12. Vypočítejte obsah rotační plochy, vzniklé rotací jedné větve cykloidy $x = a(t - \sin t)$, $y = a(1 - \cos t)$, $t \in \langle 0, 2\pi \rangle$ kolem osy x .

Řešení: Protože $\varphi'(t) = a(1 - \cos t)$, $\psi'(t) = a \sin t$ jsou spojité funkce v $\langle 0, 2\pi \rangle$ je

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{2\pi} a(1 - \cos t) \sqrt{a^2(1 - \cos t)^2 + a^2 \sin^2 t} dt = 2\pi a^2 \sqrt{2} \cdot \\ &\cdot \int_0^{2\pi} (1 - \cos t) \sqrt{1 - \cos t} dt = 8\pi a^2 \int_0^{2\pi} \frac{1 - \cos t}{2} \sqrt{\frac{1 - \cos t}{2}} dt = \\ &= 8\pi a^2 \int_0^{2\pi} \sin^3 \frac{t}{2} dt. \end{aligned}$$

Tento integrál vypočítáme substitucí $z = \cos \frac{t}{2}$. Pak $dz = -\frac{1}{2} \sin \frac{t}{2} dt$, $\sin^2 \frac{t}{2} = 1 - \cos^2 \frac{t}{2} = 1 - z^2$. Nové meze $\alpha = 1$, $\beta = -1$ dostaneme dosazením $t = 0$, $t = 2\pi$ do rovnice $\cos \frac{t}{2} = z$. Pak

$$S = -8\pi a^2 \int_1^{-1} (1 - z^2) dz = -16\pi a^2 \left[z - \frac{z^3}{3} \right]_1^{-1} = 16\pi a^2 \frac{4}{3} = \frac{64}{3} \pi a^2.$$

Příklad 13. Vypočítejte obsah rotační plochy, která vznikne rotací kardioidy $\varrho = a(1 + \cos \varphi)$ $\varphi \in \langle 0, 2\pi \rangle$ kolem polární osy.

Řešení: Kardioida je souměrná podle polární osy. Hledaná plocha vznikne tedy rotací jedné (např. horní) poloviny kardioidy, tj. křivky $\varrho = a(1 + \cos \varphi)$, $\varphi \in \langle 0, \pi \rangle$. Pak

$$\begin{aligned} S &= 2\pi \int_0^{\pi} \varrho \sin \varphi \sqrt{\varrho^2 + \varrho'^2} d\varphi = \\ &= 2\pi \int_0^{\pi} a(1 + \cos \varphi) \sin \varphi \sqrt{a^2(1 + \cos \varphi)^2 + a^2 \sin^2 \varphi} d\varphi = \\ &= 2\pi a^2 \int_0^{\pi} (1 + \cos \varphi) \sin \varphi \sqrt{2 + 2 \cos \varphi} d\varphi = \frac{32}{5} \pi a^2 \end{aligned}$$