

Genetika a šlechtění lesních dřevin

Provenienční výzkum lesních dřevin

Doc. Ing. RNDr. Eva Palátová, PhD.

Ing. R. Longauer, CSc.

Ústav zakládání a pěstění lesů

LDF MENDELU Brno



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Osnova

1. Cíle provenienčního výzkumu

2. Metodické postupy provenienčního výzkumu

2.1 Provenienční pokusy dle doby hodnocení

2.2 Schémata zakládání provenienčních ploch

2.3 Rozsah provenienčních pokusů

2.4 Zakládání provenienčních ploch

2.5 Hodnocení provenienčních ploch

3. Výsledky provenienčního výzkumu

3.1 Geografická proměnlivost

3.2 Ekotypy lesních dřevin

PROVENIENČNÍ VÝZKUM

zkoumá variabilitu souboru proveniencí určité dřeviny

1. Cíle:

- získat informace o geografické proměnlivosti a evolučních trendech
- získat informace o genetické proměnlivosti a adaptační schopnosti dílčích populací
- získat informace o ekovalenci, stanovit směr a hranice přenosu reprod.materiálu
- získat materiál pro další šlechtění

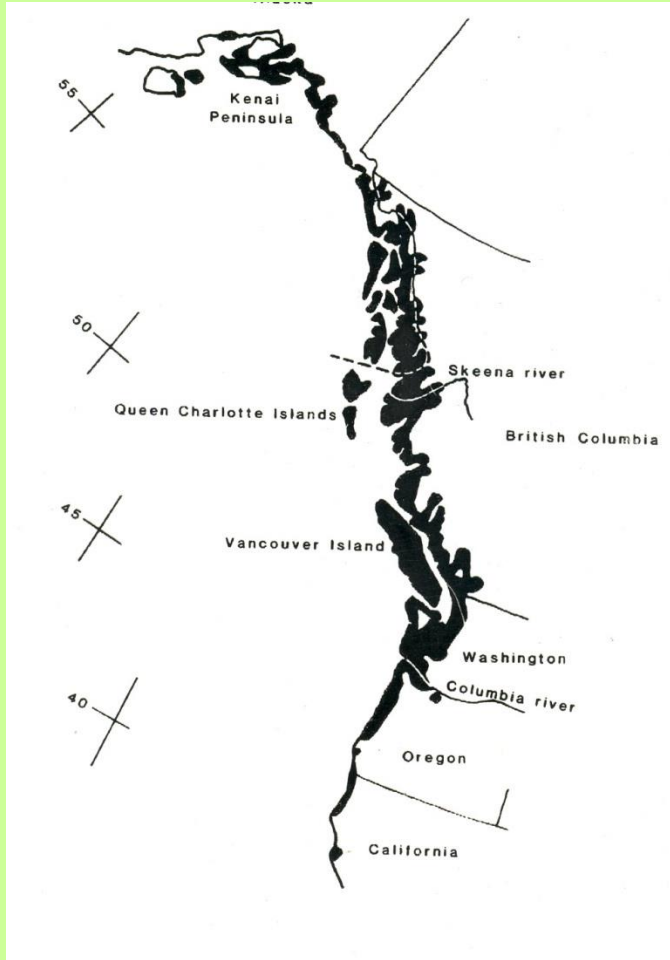
2. Metodické postupy provenienčního výzkumu

Provenienční pokus

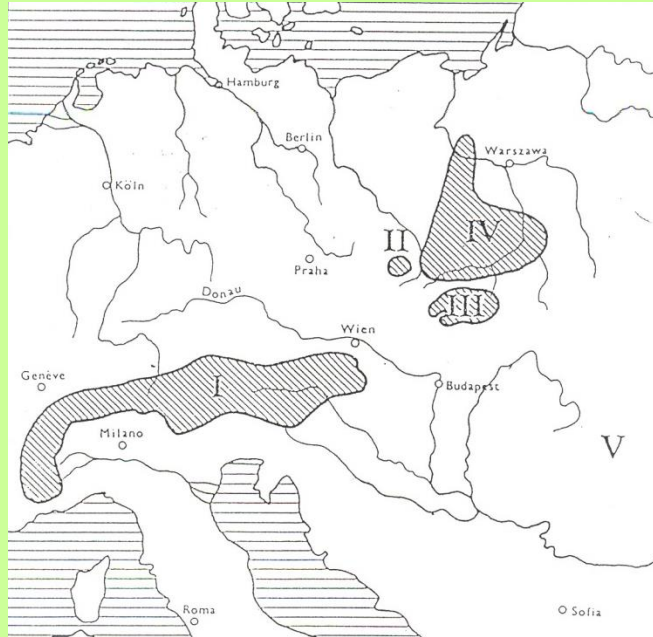
= pokus zahrnující různé provenience rostoucí na jedné ploše v téměř stejných podmínkách

pokusy prvního kroku

- zjištění geografické proměnlivosti druhu
- provenience (P.) z celého areálu
- počet P. dle velikosti areálu a jeho charakteru



sitka



modřín



smrk

pokusy druhého kroku

- užší sortiment P.
- hledání oblastí a konkrétních P. s perspektivou praktického využití (objem. produkce, jakost, odolnost, adaptabilita..)
- odpovědi na otázky, týkající se míry dědičné kontroly fenotypové variability, adaptability, také ekovalenci a výzkum možností přenosu RM
- obecně nebo se zaměřením na konkrétní znaky

2.1 Provenienční pokusy dle doby hodnocení

školkařské - hodnocení ve stádiu sazenic

- školka homogenní, stejné obhospodařování
- možnost statistického vyhodnocení (opakování)
- znaky: délka veget. doby, fenologie, jánské výhony, citlivost k biotickým a abiot. faktorům

založené výsadbou - hodnocení ve stádiu porostů

a) krátkodobé

- do zapojení (8 - 15, max. 20 let)
- znaky: mortalita, odolnost, morfol. znaky koruny, odolnost k sypavce, klikorohu...

b) střednědobé

- do 1/3 až 1/2 obmýtí (30 - 50 let)
- znaky: výšk. růst, $d_{1,3}$, produkce, odolnost k chorobám (rakovina MD), morfologie koruny, kmene...

c) dlouhodobé

- víc než 1/2 obmýtí
- znaky: produkce, odolnost k faktorům, které se mohou vyskytnout 1x za život stromu, habitus, fruktifikace, vlastnosti dřeva..

- pokusy 1. kroku krátko- a střednědobé
- pokusy 2. kroku středně- a dlouhodobé



Provenienční plocha s bukem (foto Frýdl)



Provenienční plocha s jedlí č. 76 LS Pelhřimov (foto Frýdl)



Provenienční plocha s borovicí LS Třeboň (foto Frýdl)



Provenienční plocha s
borovicí Bzenec (foto Frýdl)

Provenienční plocha IUFRO
s modřínem (foto Frýdl)



2.2 Schémata zakládání provenienčních ploch

parcela = plocha na které roste skupina stromů jedné provenience

pokusné schéma = uspořádání parcel na ploše

2.2.1 Úplné (kompletní) blokové uspořádání

- pro zkoumání malého počtu pokus. variant

- **prosté blokové uspořádání**
- **latinský čtverec**
- **latinský obdélník**

Schéma prostého blokového uspořádání pro porovnání 8 pokusných variant ve čtyřnásobném opakování

BLOK a	3	5	1	6	8	7	4	2
BLOK b	8	3	2	4	7	1	5	6
BLOK c	4	6	5	8	3	2	1	7
BLOK d	1	2	3	4	5	6	7	8

Uspořádání parcel jednoho opakování v bloku



I - parcely úzké a dlouhé

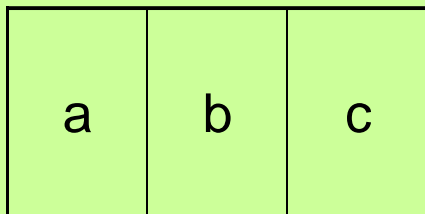
II - parcely kratší a širší

a - blok

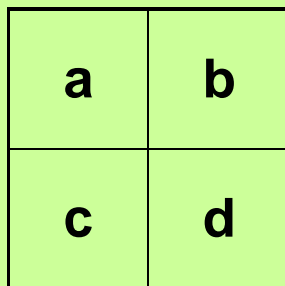
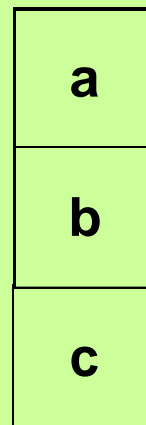
1 - 8 pokusné varianty

Rozmístění bloků při prostém blokovém uspořádání

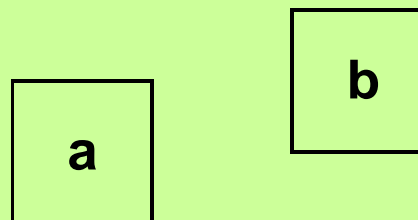
1. vedle sebe



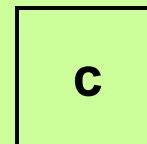
2. pod sebou



3. ve čtverci



4. rozptýlené



Latinský čtverec

počet parcel je mocninou určitého čísla

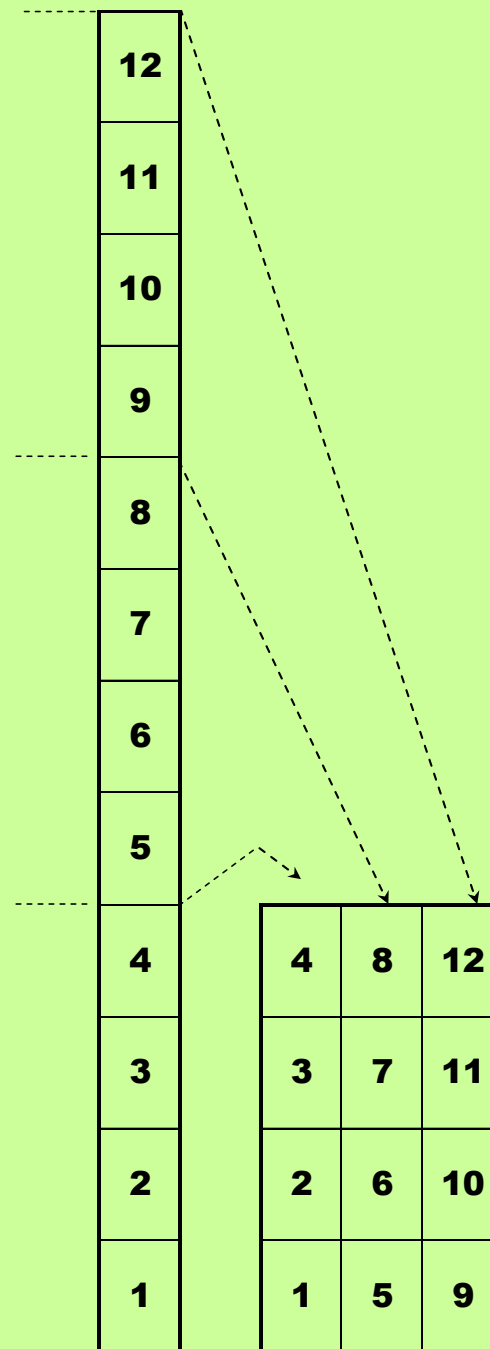
a	2	1	5	4	6	3
b	3	6	4	1	5	2
c	5	4	1	3	2	6
d	4	3	2	6	1	5
e	1	2	6	5	3	4
f	6	5	3	2	4	1

a - f opakování

1 - 6 pokusné varianty

Sestavení latinského obdélníka

1 - 12 pokusné varianty



Latinský obdélník – systém 3 x 4

počet pokus. variant musí být dělitelný počtem opakování a počtem řad

8	12	10	9	7	6	1	4	2	11	5	3
3	7	5	4	2	8	9	11	10	12	1	6
1	11	6	2	5	10	3	12	4	7	8	9
a				b				c			

a - c blok (opakování)

1-12 pokusné varianty

Latinský obdélník systém 6 x 4

a				b				c			
12	10	14	16	13	8	7	1	24	2	28	5
23	9	20	18	24	11	12	3	4	1	6	19
24	8	11	21	4	9	23	16	3	10	18	20
7	4	15	2	5	10	22	11	15	13	17	9
13	22	17	5	21	14	15	20	8	22	11	16
1	3	19	6	18	2	6	17	7	14	21	12

d				e				f			
4	21	10	11	5	22	3	12	13	15	19	1
17	5	16	2	11	6	15	21	14	3	18	12
24	9	15	22	7	23	20	14	11	24	5	16
20	14	1	8	16	18	13	9	4	10	17	2
19	23	13	6	8	24	1	17	22	7	20	9
18	3	7	12	19	4	2	10	8	21	23	6

a - f blok (opakování)

1 - 24 pokusné varianty

2.2.2 Neúplné blokové uspořádání

- pro velký počet pokusných variant
- každý blok obsahuje část pokus. variant

dvojité mříž

- počet proveniencí je druhou mocninou základního čísla

Schéma dvojité mříže 6 x 6 pro zkoumání 36 pokusných variant ve čtyřech opakováních

Blok	4						3						Blok
23	26	28	30	25	27	29	19	31	7	25	13	1	24
21	12	7	10	9	11	8	11	29	5	23	35	17	22
19	3	5	2	1	4	6	24	12	30	36	6	18	20
17	23	22	19	21	24	20	26	14	8	20	32	2	18
15	34	36	32	35	33	31	15	33	3	21	9	27	16
13	18	17	16	14	15	13	22	10	4	34	16	28	14
11	31	32	33	34	35	36	8	20	2	32	14	26	12
9	25	26	27	28	29	30	11	29	23	5	17	35	10
7	19	20	21	22	23	24	1	13	31	7	19	25	8
5	13	14	15	16	17	18	10	22	34	16	28	4	6
3	7	8	9	10	11	12	24	6	36	12	30	18	4
1	1	2	3	4	5	6	9	27	21	3	33	15	2
	1						2						

jednostromové parcely

parcels = 1 tree

high number of parcels in the block – e.g. 25

2.3 Rozsah provenienčních pokusů

počet ploch v rámci pokusu

- série ploch (plochy se stejnými pokus. členy na více lokalitách)
- důležité pro stanovení ekovalence a rajonizace
- počet ploch dle heterogenity šlechtitelské oblasti (3 a víc)

počet proveniencí

- dán proměnlivostí druhu a velikostí areálu
- pokusy celoareálové, části areálu
- malé areály 20 – 30 P., velké 50 – 100 P.

● počet (bloků) opakování na ploše

- je funkcí jejich heterogeneity
- min. 3 až 4 opakování

● velikost parcel

- závisí na druhu, počtu stromů, sponu (čtvercový, obdélníkový, řadový) a době trvání
 - krátkodobé 0,01 ha
 - střednědobé 0,02 - 0,05 ha
 - dlouhodobé min. 0,1 ha

2.4 Zakládání provenienčních pokusných ploch

2.4.1 Volba plochy

- půdní a klimatická vyrovnanost
- sklon max. 20 %
- jednotná expozice
- tvar čtverce nebo obdélníka
- stabilizace

2.4.2 Materiál pro založení plochy

volba proveniencí

- P. rovnoměrně rozložené v areálu
- v pokusech 1. kroku autochtonní porosty
- "- 2. kroku i allochtonní "

volba porostů jako zdroje osiva

- semena z dostatečně velkého počtu stromů i plochy
sběr semen při bohaté úrodě z nejméně z 10, optimálně z 30 až 50 stromů, **rozestupy stromů** 30-50 m
- střední věk (založit reproduktivní výsadby)
- popis porostů, evidence...

pěstování sadebního materiálu a výsadba

- v jedné školce
- sazenice zdravé, dobře vyvinuté, stejný věk
- počítat s rezervou
- pravidelný spon
- vysázet okrajový pás
- materiál na vylepšení do meziřad

2.4.3 Péče o pokusnou plochu

- oplocení
- vylepšení
- ošetřování
- pěstební zásahy schematické, později běžné

2.4.4 Evidence

- druh a číslo plochy, datum výsadby
- **situační nákres v porostní mapě**
- **seznam a charakteristika vysázeného materiálu**
- **tvar, velikost, způsob stabilizace, plánek rozmístění pokusných variant**
- orografická a klimatická data, půdní poměry
- údaje o ochraně a pěstebních zásazích

2.5 Hodnocení provenienčních ploch

2.5.1 pravidelná

- první hodnocení **v 1. až 2. roce po výsadbě**
- mortalita a její příčiny, fenologie, vylepšení
- další hodnocení **v 5letých intervalech** (do 20 let), pak po 10 letech
- výška, $d_{1,3} \Rightarrow$ produkce, morfologické znaky kmene a koruny, odolnost, doprovodné znaky (borka, anatomie dřeva...)

2.5.2 mimořádná

- po neobvyklých mrazech, extrémním suchu, kalamitním výskytu škůdců...
- dle znaku přímé měření nebo okulární bonitace

2.5.3 statistické hodnocení

- kvantitativní znaky analýzou variance
- kvalitativní znaky pomocí testu χ^2

Příklad provenienčního pokusu

- s 10 proveniencemi
- vysazenými současně na 5 plochách v různé nadm. výšce
- na každé ploše je každá provenience vysazena ve tří opakováních (blocích).

Hodnotí se výškový růst proveniencí. Faktory:

1.Plocha = testuje se významnost vlivu 5 různých prostředí na výškový růst dřeviny (bez ohledu na provenienci)

2.Provenience = testuje se významnost vlivu provenience
= geografická složka vnitrodruhové variability dřeviny

1.Provenience x plocha = testuje se významnost interakcí 10 proveniencí s 5 různými typy prostředí (analogie G x E)

2.Blok = pokud je jeho vliv statisticky významný, na pokusných plochách nejsou homogenní podmínky

3.Provenience x Blok = testuje se významnost reakce provenience na různé podmínky v rámci ploch

4.Reziduál nebo chyba pokusu způsobená rozdíly mezi jedinci čili individuální variabilitou v rámci proveniencí v blocích, kterou nelze vysvětlit žádným z výše uvedených faktorů pokusu.

3. Výsledky provenienčního výzkumu

3.1 Geografická proměnlivost

= proměnlivost druhu v rámci jeho areálu

- je ovlivněna:

- **velikostí přirozeného areálu daného druhu**
velký areál = velká proměnlivost
(př. *P. abies* ve srovnání s *P. omorica*)

- **diversitou prostředí**
kontinentalita, nadmořská výška

- **charakterem přirozeného areálu**
souvislý, nesouvislý areál (př. *L. decidua*, *P. cembra*..)

- **komplexem neznámých faktorů**

3.1.1 proměnlivost klinální (spojitá)

- spojitá změna znaků podél geografických gradientů
- reakce na spojitou změnu ekol. podmínek
- spec. případ jsou:

všeobecné trendy geografické proměnlivosti

trend sucho - vlhko

provenience z vlhčích oblastí:

- rostou rychleji
- mají menší semena
- jsou zelenější
- jsou mělkokořenní

● trend severo-jihní

provenience téhož druhu z jižních oblastí:

- rostou rychleji
- raší později
- nejsou citlivé na pozdní mrazy
- mají delší vegetační období
- na podzim shazují později listy
- méně výrazně se barví
- jsou méně odolné na extrémní podmínky v zimě

● výškový trend

- rozdíly v nadm. výšce 1 000 m představují klimatické rozdíly odpovídající posunu o 10° SZŠ v rovinném terénu směrem na sever

3.1.2 proměnlivost diskontinuitní (nespojité, ekotypická)

- vyplývá z nespojitého charakteru ekologických podmínek
- výsledkem je vznik ekotypů – např klimatypů, edafotypů

3.2 Ekotypy lesních dřevin


Ekotyp je dědičně podmíněná geografická (geograficky vymezená) varieta, rasa nebo populace druhu, přizpůsobená specifickým podmínkám prostředí. Jedinci náležící k ekotypu se fenotypově (morfologicky, fyziologicky) odlišují od jiných populací. Můžou se s nimi ovšem volně křížit bez snížení životaschopnosti potomstva.

● **Populace lesních dřevin, které vznikly přírozeným výběrem a jsou adaptovány na specifické podmínky prostředí (populace s definovanou ekologickou proměnlivostí)**

● **Jedinci téhož ekotypu mají společné dědičné znaky a/nebo vlastnosti, které je odlišují od jedinců jiných populací téhož druhu (specifické znaky a vlastnosti morfologické a fyziologické)**

Morfologickou nebo fenotypovou odlišnost si ekotypy udržují i po přenosu do podmínek, kde tato odlišnost není výhodná nebo své nositele znevýhodňuje.

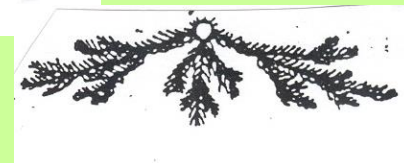
- **edafotypy** – „podunajský“ DBL adaptovaný na vysoký obsah vápníku a pH půd (patří sem i Slavonský dub)
- **klimatypy** – sucho tolerující „Trockentanne“ z vnitroalpských údolí (Wallis, CH, Winschgau v J. Tirolsku, IT)
„mrazuvzdorný“ MD ze vnitrohorských kotlin Karpat s vyšším obsahem cukrů v buňkách
- **cenotypy** – „stínomilná“ středoevropská jedle s problémy při náhlém odclonění

 **výskyt ekotypů = jeden z podkladů pro vylišení PLO a pravidel rajonizace RM**

3.2.1 Ekotypy smrku ztepilého

● vysokohorský

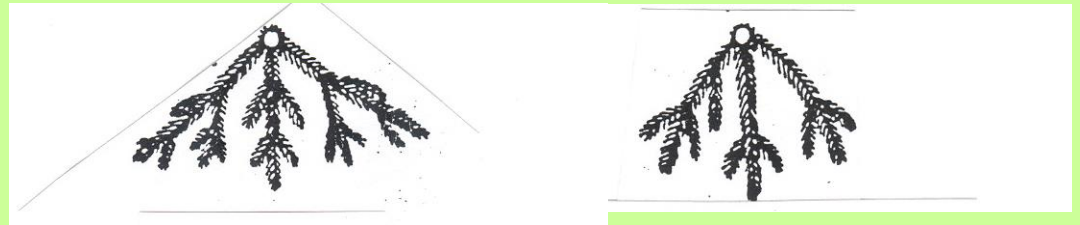
- lvs 8, nadm. v. nad 1 050 m
- odolnost k větru, sněhu, námraze
- v mládí pomalý růst
- kmen sbíhavější, borka šedohnědá
- koruna štíhlá, válcovitá, hustá
- větve silné, krátké, s ostrým úhlem nasazení, větve 2. a 3. řádu deskovité a svazčité
- jehlice tuhé, krátké, husté
- šišky malé, červenoplodé, šupiny forma europea





● horský

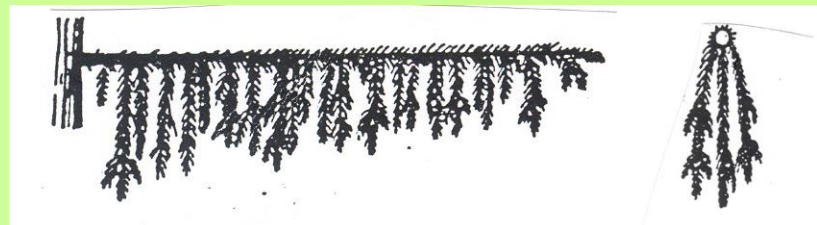
- lvs 6 - 7, nadm. v. 700 - 1050 m
- kmen plnodřevný, válcovitý
- koruna kratší, řidší
- větve 2. a 3. řádu svazčité s přechodnými formami k typu hřebenítemu





● chlumní

- lvs 4 - 5, nadm v. pod 700 m
- v mládí rychlý růst
- kmen plnodřevný, válcovitý, borka hnědá
- koruna široká, eliptická až vejčitá
- větve štíhlé, dlouhé, odstávající kolmo od kmene
- větve 2.- 3. řádu hřebenité a hřebenitosvazčité
- jehlice dlouhé, řídké
- šišky dlouhé





3.2.2 Ekotypy borovice lesní

borovice horská (též náhorní)

- lvs 5 - 7
- snáší horské klima (až do 1 100 m - Šumava)
- citlivá na sucho
- kmen rovný, v oddenk. části svalcovitý
- borka tmavá, drobně šupinovitá
- koruna úzká, sloupovitá až kuželovitá
- jehlice kratší, různě husté





borovice pahorkatin

- lvs 1 - 3, 4
- nesnáší náhorní klima
- odolná k suchu
- kmen častěji křivý, hrubší borka nejde vysoko
- koruna kratší, rozložitější
- jehlice delší



3.2.3 Ekotypy modřínu opadavého

jesenický (sudetský)

- lvs 5 - 7
- kmen rovný nebo slabě obloukovitě zakřivený
- výskyt rakoviny na kmeni ojedinělý
- koruna středně široká, válcovitá nebo tupě kuželovitá
- větve 1. řádu jemné, horizontální, vystoupavé, větve nižších řádů jemné, hřebenitého typu

