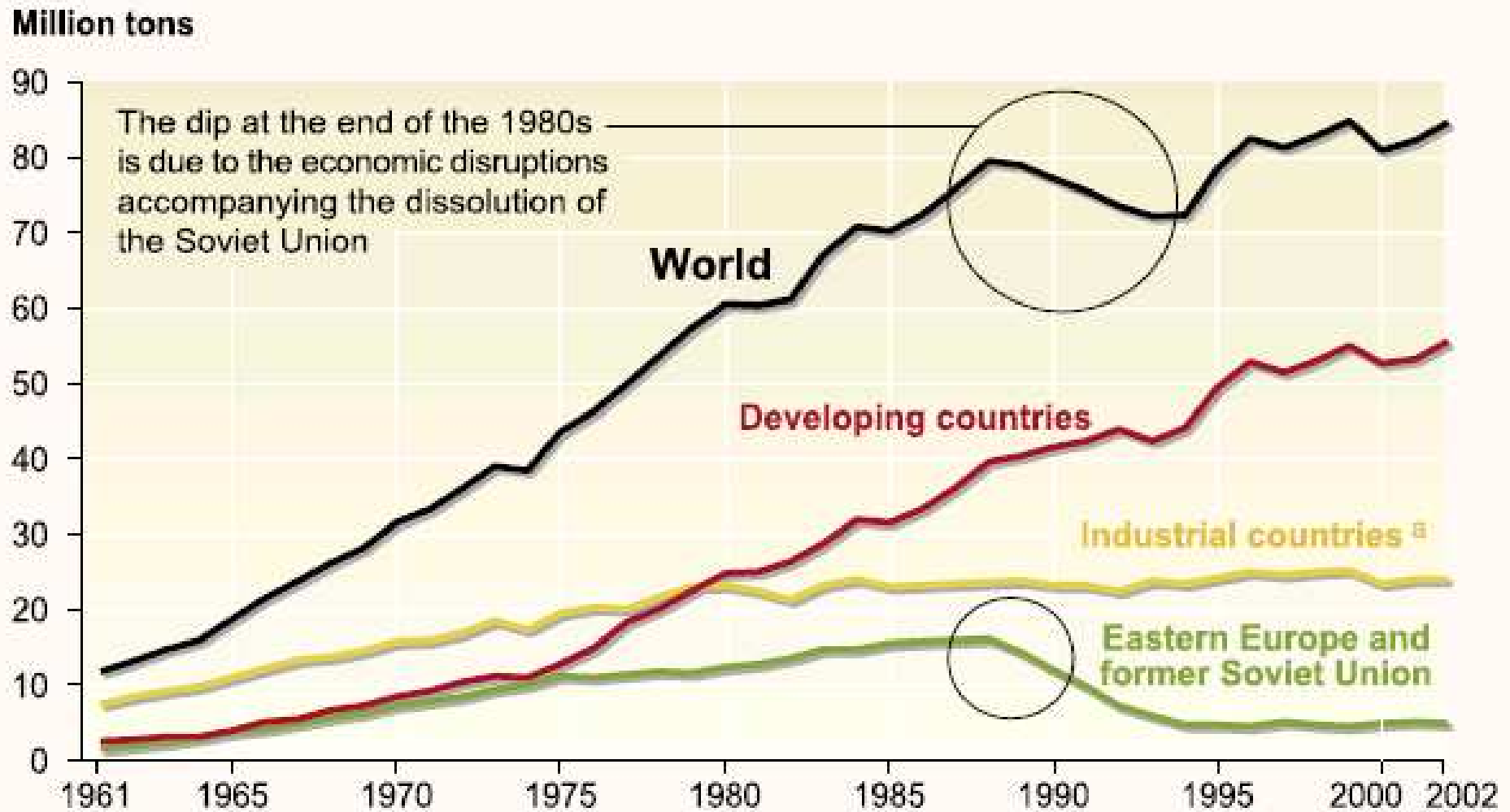


4. METODIKA

Globální používání dusíkatých hnojiv 1961 - 2001

Figure 3.17. TRENDS IN GLOBAL USE OF NITROGEN FERTILIZER, 1961-2001 (million tons) (S7 Fig 7.16)



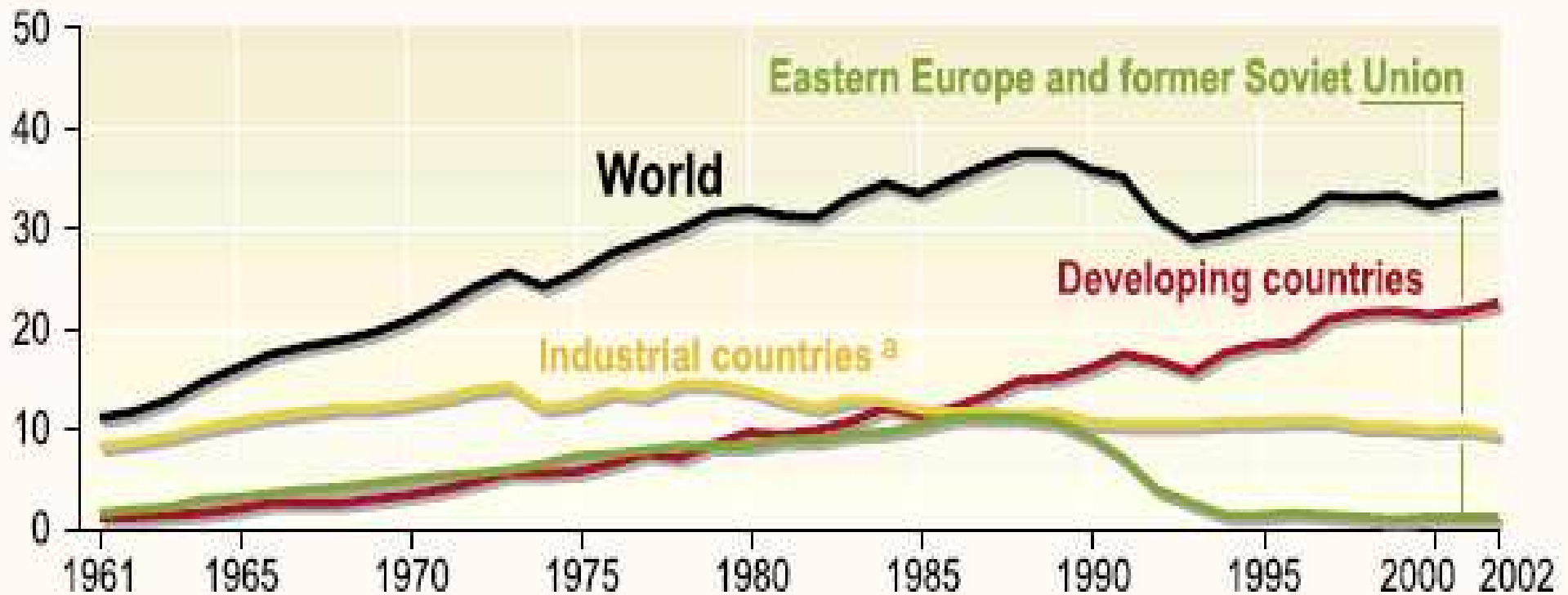
^a excluding Eastern Europe and former Soviet Union

Source: Millennium Ecosystem Assessment

Globální používání fosforečných hnojiv 1961 - 2001

Figure 3.18. WORLD PHOSPHATE FERTILIZER USE, 1961–2000
(million tons) (S7 Fig 7.18)

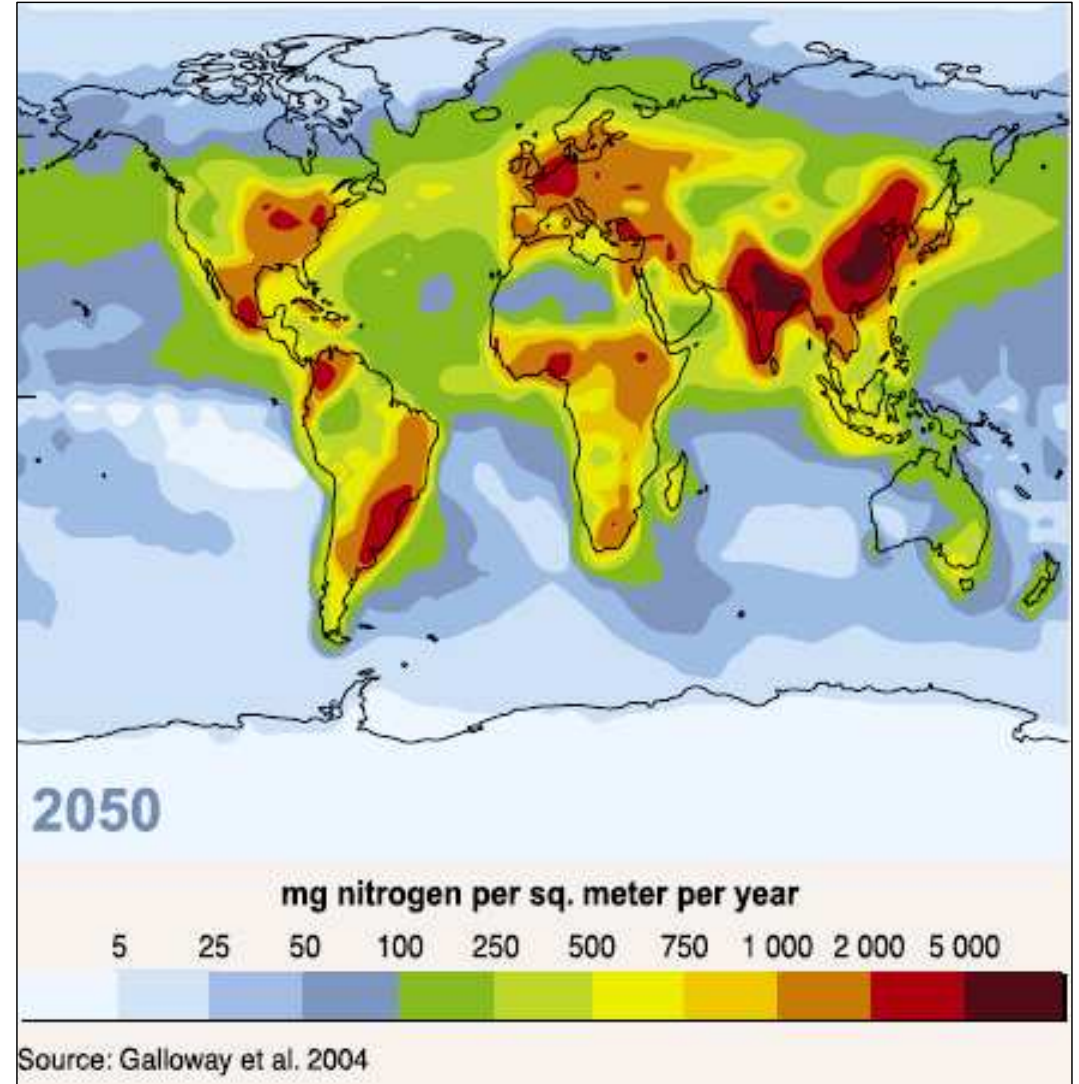
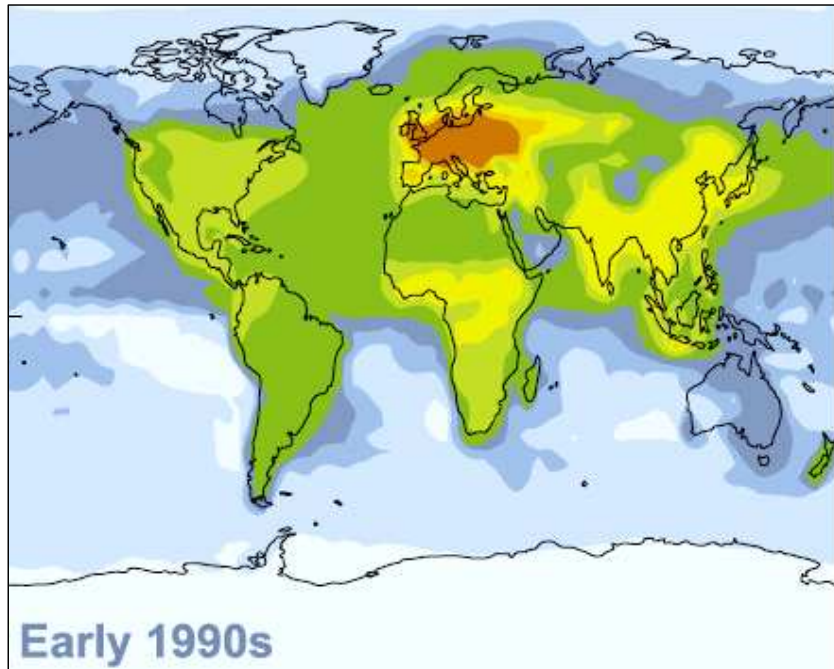
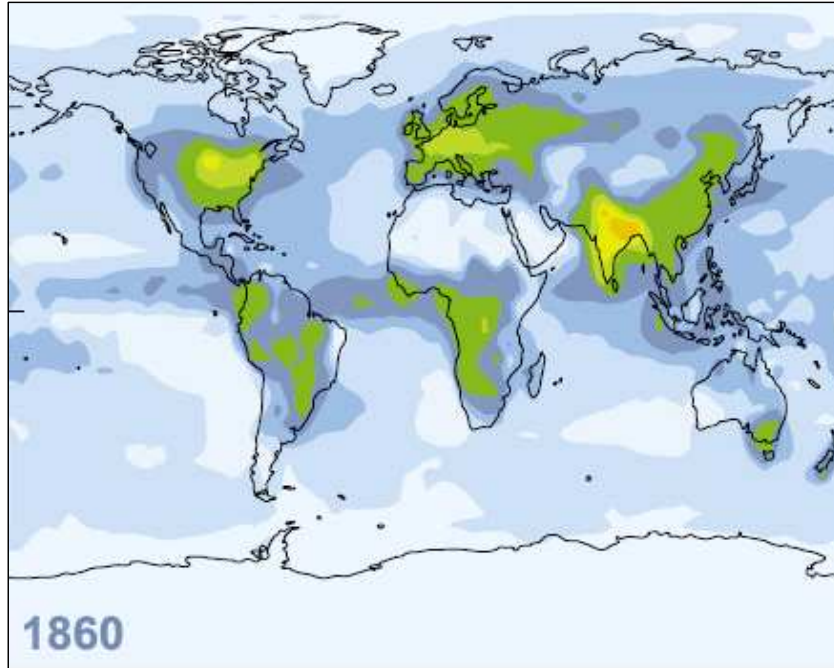
Million tons



^a excluding Eastern Europe and former Soviet Union

Source: Millennium Ecosystem Assessment.

Depozice dusíků z atmosféry



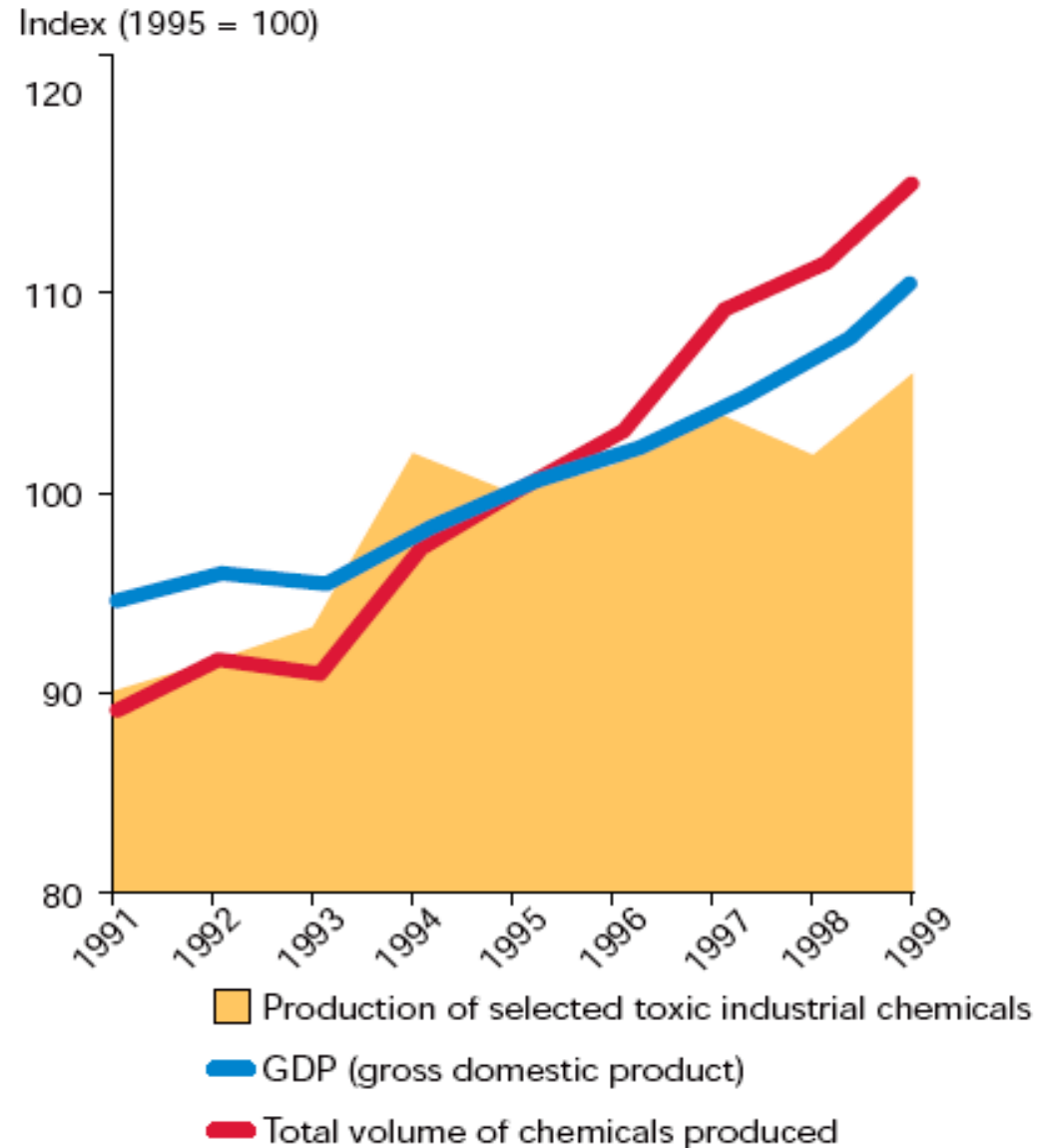
ESTIMATED TOTAL REACTIVE NITROGEN DEPOSITION FROM THE ATMOSPHERE (WET AND DRY) IN 1860, EARLY 1990S, AND PROJECTED FOR 2050 (milligrams of nitrogen per square meter per year) (R9 Fig 9.2)

Produkce chemikálií vzhledem k HDP 1991 - 1999

Figure 6.1.

Production volumes of chemicals relative to GDP for EU Member States 1991-1999

Sources: EU toxic CMR (carcinogenic, teratogenic, mutagenic and reprotoxic chemicals) production data: Eurostat, 2001a; total EU chemical production volumes: CEFIC, 2000; GDP: Eurostat, 2001b



Chemical production within the EU is increasing faster than GDP, illustrating an increasing 'chemical intensity' of EU GDP. The volume of selected hazardous chemicals produced is also increasing, albeit at a slower rate than the production of all chemicals.

4.1. HODNOCENÍ RIZIKA

Riziko a nejistota

Riziko a nejistota jsou spojeny s jakoukoliv lidskou aktivitou

Jsou základními faktory na jakémkoliv stupni rozhodovacího procesu

Základní pojmy

Nejistota = nedostatek perfektní znalosti s možností chyb a pochybností na výstupu řešení

Selhání = výskyt nežádoucího výstupu

Riziko = pravděpodobnost selhání

Úspěch = výskyt požadovaného výstupu

Spolehlivost = pravděpodobnost úspěchu

Nebezpečnost x riziko

Nebezpečnost (Hazard):

- je vlastnost látky způsobovat škodlivý účinek na zdraví člověka nebo jiných organismů
- je to vlastnost „vrozená“ – látku nelze této vlastnosti zbavit
- ale projeví se pouze tehdy, došlo-li k expozici

Nebezpečnost

Vlastnosti, které činí látku nebezpečnou:

- výbušnost**
- hořlavost**
- toxicita**
- korozivita**
- dráždivost**
- karcinogenita**
- mutagenita**
- nebezpečnost pro životní prostředí**

Nebezpečnost

Příklady velkých chemických havárií:

- ☐ 1974 anglické Flixborough – výbuch cyklohexanu – 28 osob zemřelo, 89 těžce zraněno**
- ☐ 1976 italské Seveso – únik dioxinu – 30 osob zraněno, 220 000 evakuováno, dlouhodobé následky**
- ☐ 1994 indický Bhopál – únik metylisokyanidu – 2000 úmrtí, 200 000 dalších postižení**

Nebezpečnost x riziko

Nebezpečnost (Hazard):

- je vlastnost látky způsobovat škodlivý účinek na zdraví člověka nebo jiných organismů
- je to vlastnost „vrozená“ – látku nelze této vlastnosti zbavit
- ale projeví se pouze tehdy, došlo-li k expozici

Riziko (Risk):

- je pravděpodobnost, se kterou za definovaných podmínek expozice skutečně dojde ke škodlivému účinku
- numericky se pohybuje v intervalu /0; 1/
- riziko se rovná nule – pouze v případě, že expozice nenastává

Přijatelnost rizika

Při určování přijatelné úrovně rizika vstupují do procesu následující podmínky:

- prahová podmínka – malé riziko se ignoruje**
- podmínka status quo – nevyhnutelné riziko, nelze měnit**
- podmínka regulační – důvěryhodnost institucí určujících limity**
- podmínka dobrovolného zisku – riziko podstoupené s cílem určitého zisku**

POSTOJ VEŘEJNOSTI K RIZIKU

Veřejnost má tendenci přeceňovat riziko v případech, když:

- se jedná o novou nebo složitější technologii (genetické inž., jader. energetika x přehrady, automobil.)**
- je jednotlivcem neovlivnitelné (průmyslové znečišťování X kouření)**
- jeho rozložení je místně nespravedlivé (odpor k výstavbám spaloven)**
- je nedostatečná informovanost**
- se neberou v úvahu morální a etická hlediska**

ANALÝZA PROSPĚCHU A RIZIKA

Koeficient přijatelnosti = společenský prospěch (b)
(2) společenské riziko (r)

Základní varianty

	2	b	r	příklady
1	velký	velký	malé	RTG v lékařství, letecká doprava,..
2	velmi malý	velmi malý	velmi velké	zbrojní průmysl jaderné zbraně (2 → 0)
3	malý	velký	ještě větší	tepelné a jaderné elektrárny
4	nejistý	velký	velký	genetické inženýrství

Limity

Limity:

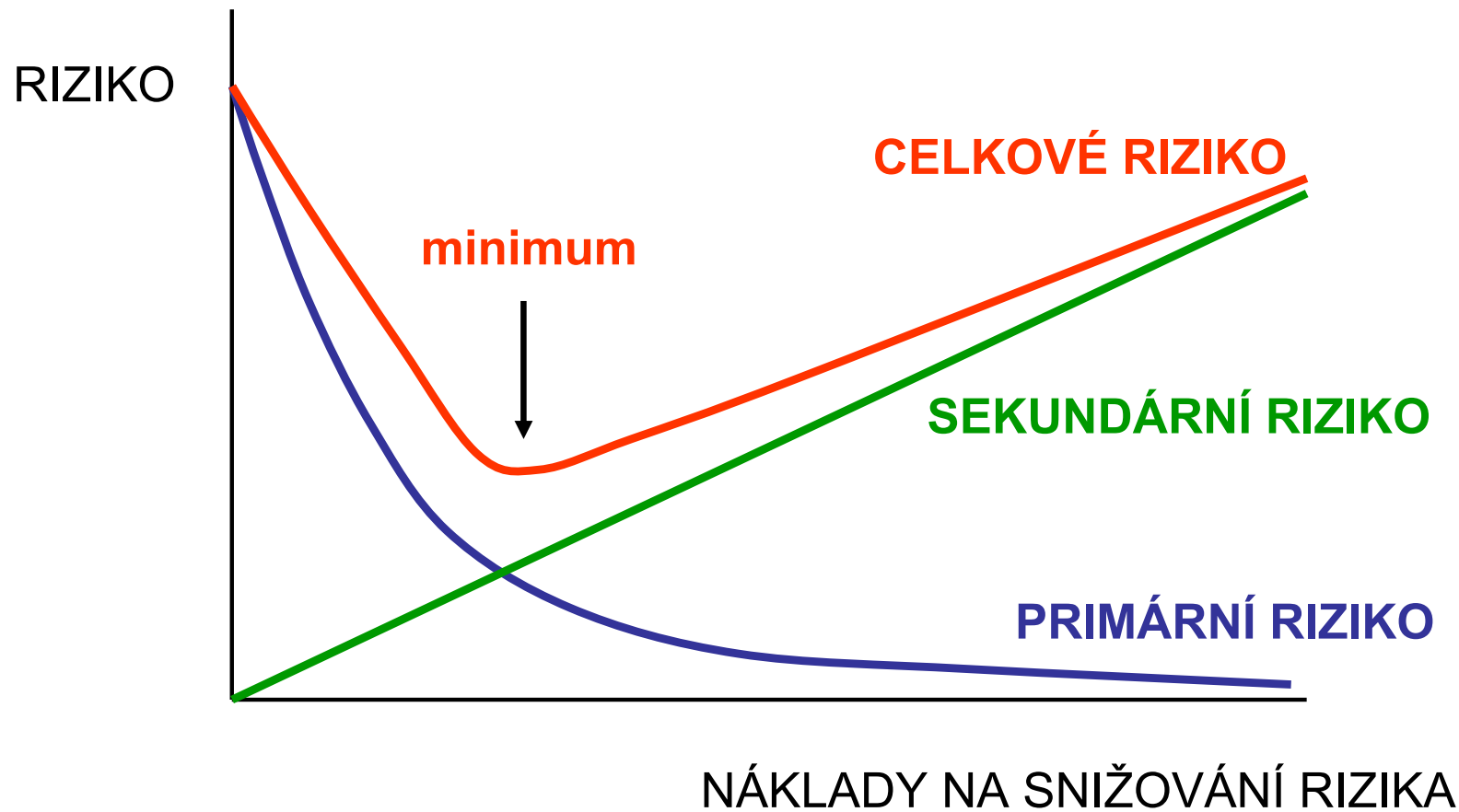
- dané jednou hodnotou

- dané sérií hodnot
 - A – pozadí
 - B – sledování
 - C – akce

- studiemí – hodnotí celkové riziko

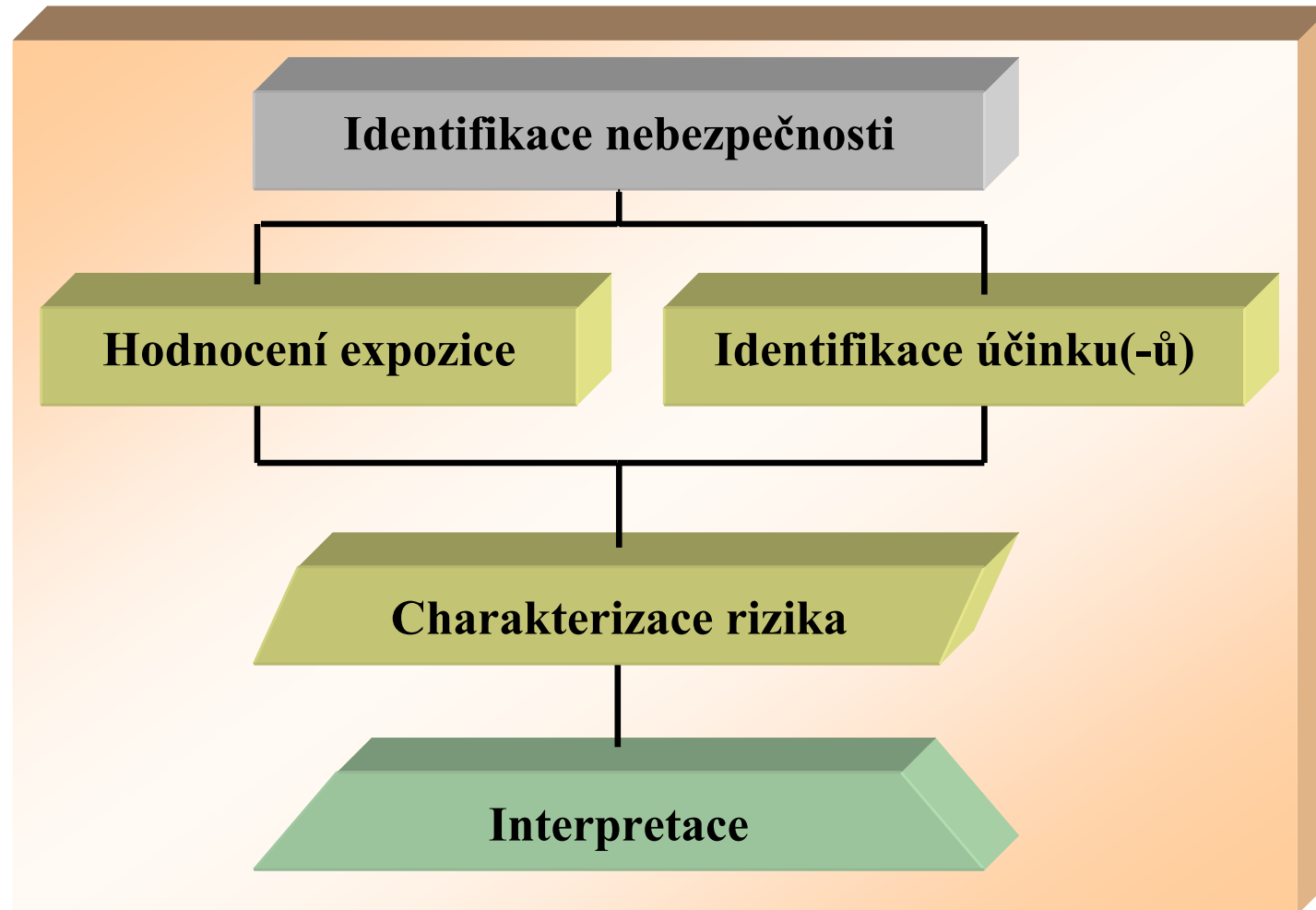
Náklady na snižování rizika

Vliv nákladů na snižování rizika



4.2. ZÁKLADNÍ KLASIFIKACE

Základní etapy hodnocení rizika



Klasifikace metod

Hlediska klasifikace:

- taxonomické zařazení modelového organismu
- biotická organizační úroveň
- metody biologické disciplíny (biochemické, anatomické)
- místo provedení
- časová náročnost
- opakovatelnost
- zařazení toxikantu
- aj.

Klasifikace metod

Rozdělení podle použití modelových nebo reálných systémů		BIOSYSTÉM	
		modelový	přirozený
TOXIKANT	modelový	A toxikologické testy	B terénní pokusy
	přirozený	C transplant. pokusy	D terénní studie bioindikace

4.3. EKOTOXIKOLOGICKÉ TESTY

Příklad standardizovaného testu

Řasový test toxicity *ISO 8692 (ČSN EN 28692)*

☐ metoda stanovení toxických účinků sloučenin na růst planktonních sladkovodních řas

Postup:

☐ vzorek je po sterilizaci naočkován zkušebním organismem a potřebnou dobu kultivován

☐ modelové organismy: *Raphidocelis subcapita*, *Chlorella kessleri*, *Scenedesmus subspicatus*, *S. quadricauda*, *Chlamydomonas reinhardtii*

☐ testuje se koncentrační řada zkoumané látky a inokulum

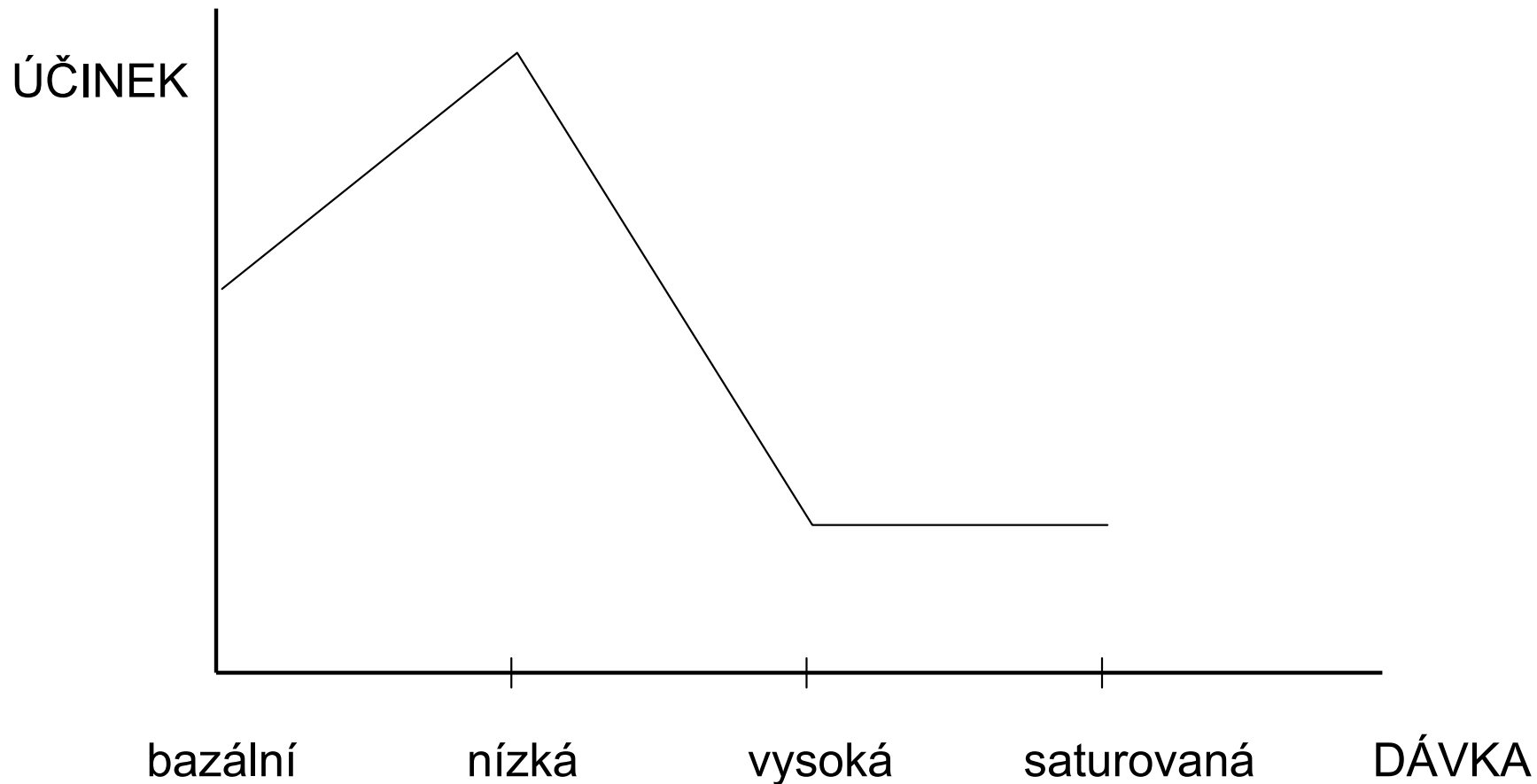
☐ inhibice se měří jako snížení růstu nebo růstové rychlosti v poměru ke kontrolní kultuře za stejných podmínek

☐ s použitím probitové analýzy se stanoví hodnota EC_{50}

VZTAH DÁVKA X ÚČINEK

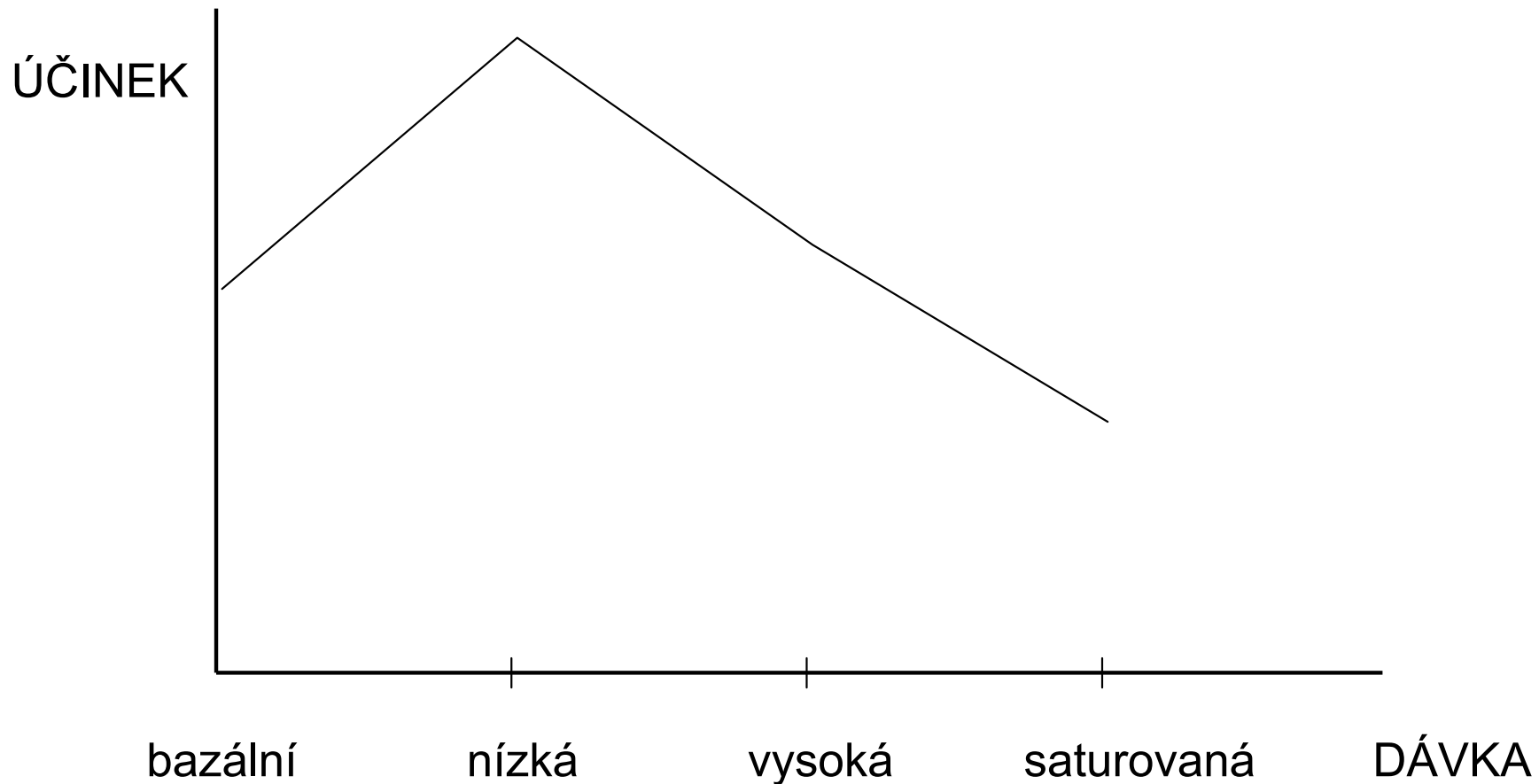
Typy křivek dávka-odpověď

Typ I – Hormesis model, počáteční stimulace, bez adaptace



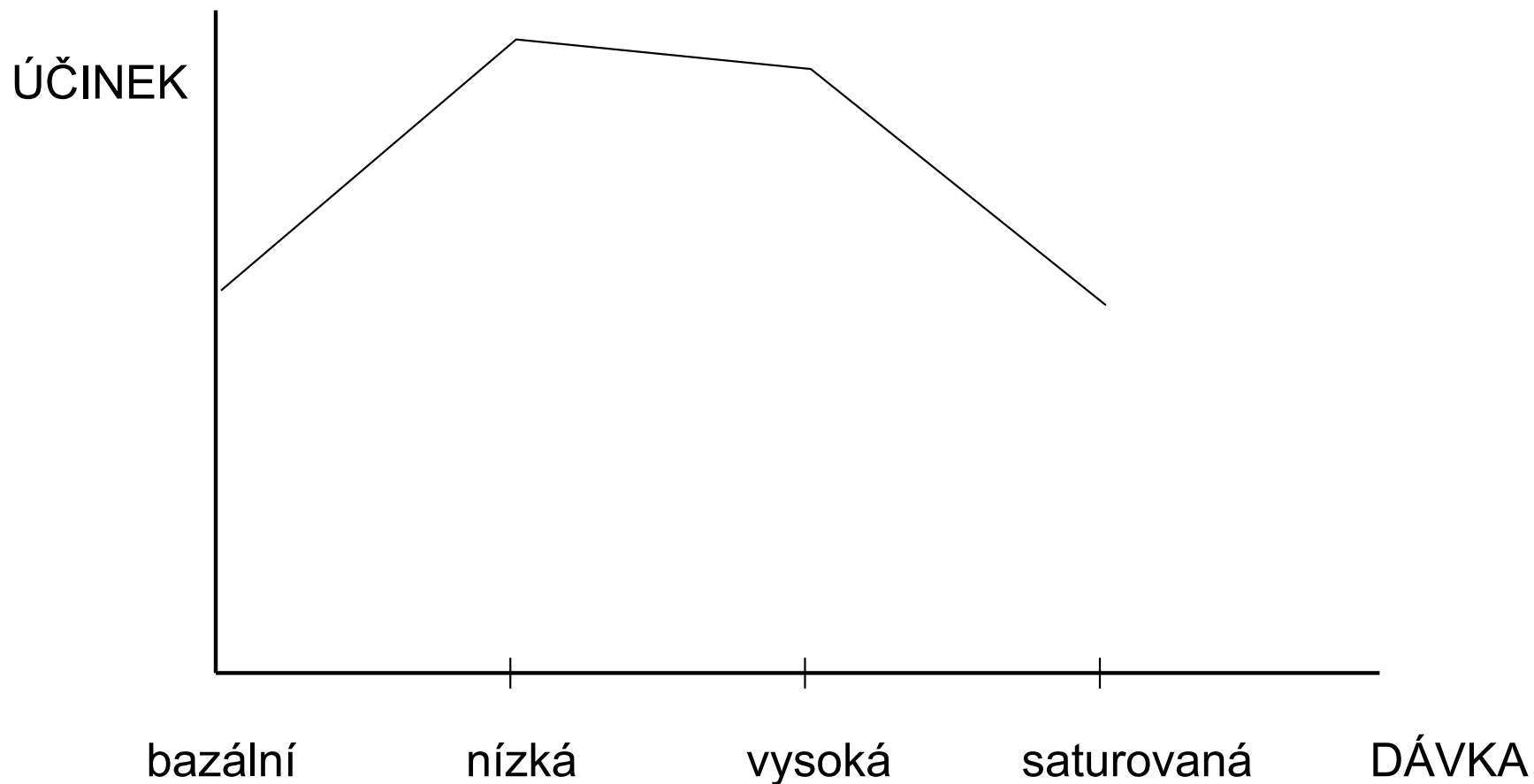
Typy křivek dávka-odpověď

Typ II – Hormesis model, počáteční stimulace, mírné přizpůsobení organismu



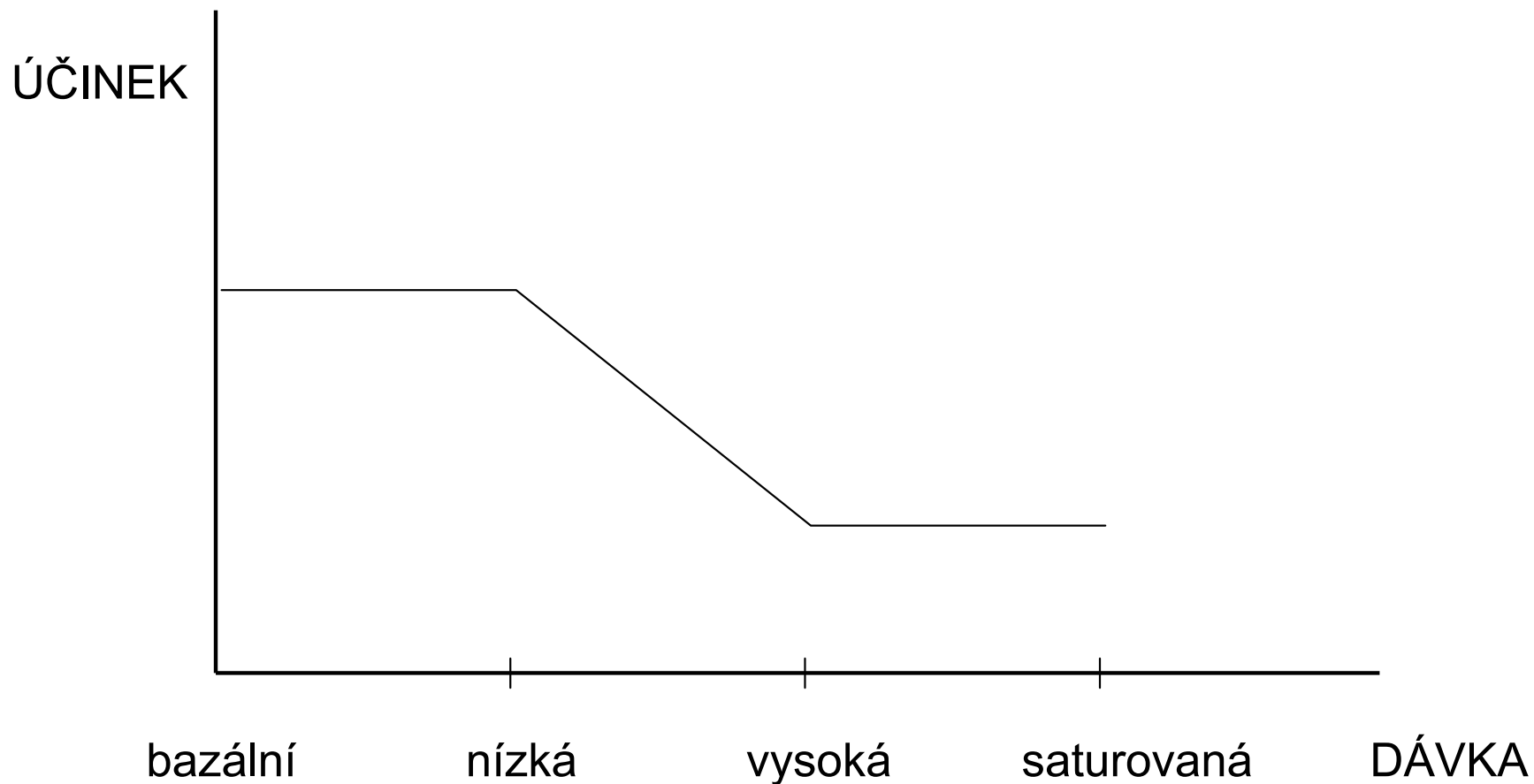
Typy křivek dávka-odpověď

Typ III – pozitivní vliv v nízkých i vysokých dávkách, může se jednat o adaptaci, nebo špatný design testu



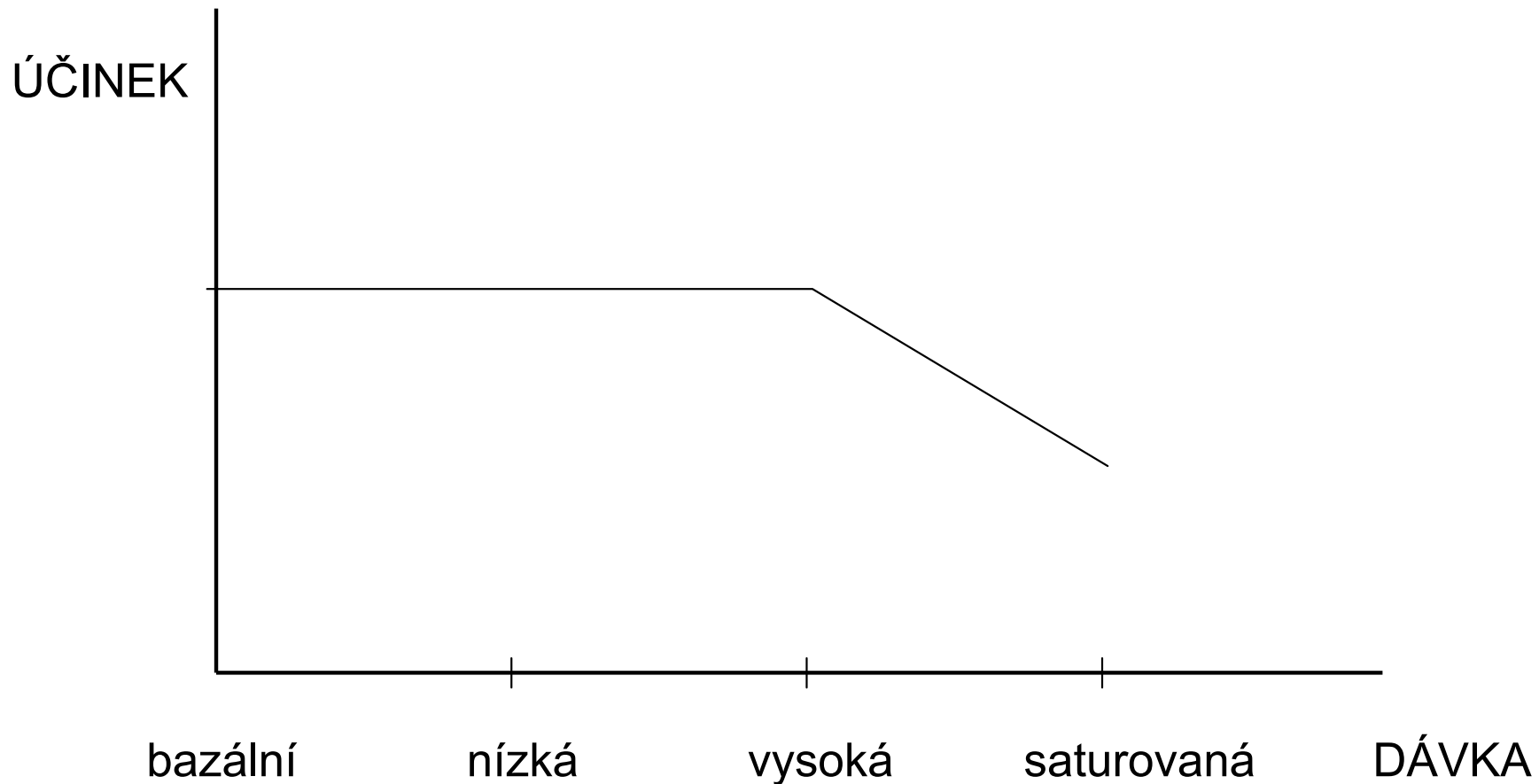
Typy křivek dávka-odpověď

Typ IV – sigmoidní křivka, nejčastější typ v testech, z části mezi nízkými a vysokými koncentracemi lze odhadnout EC50



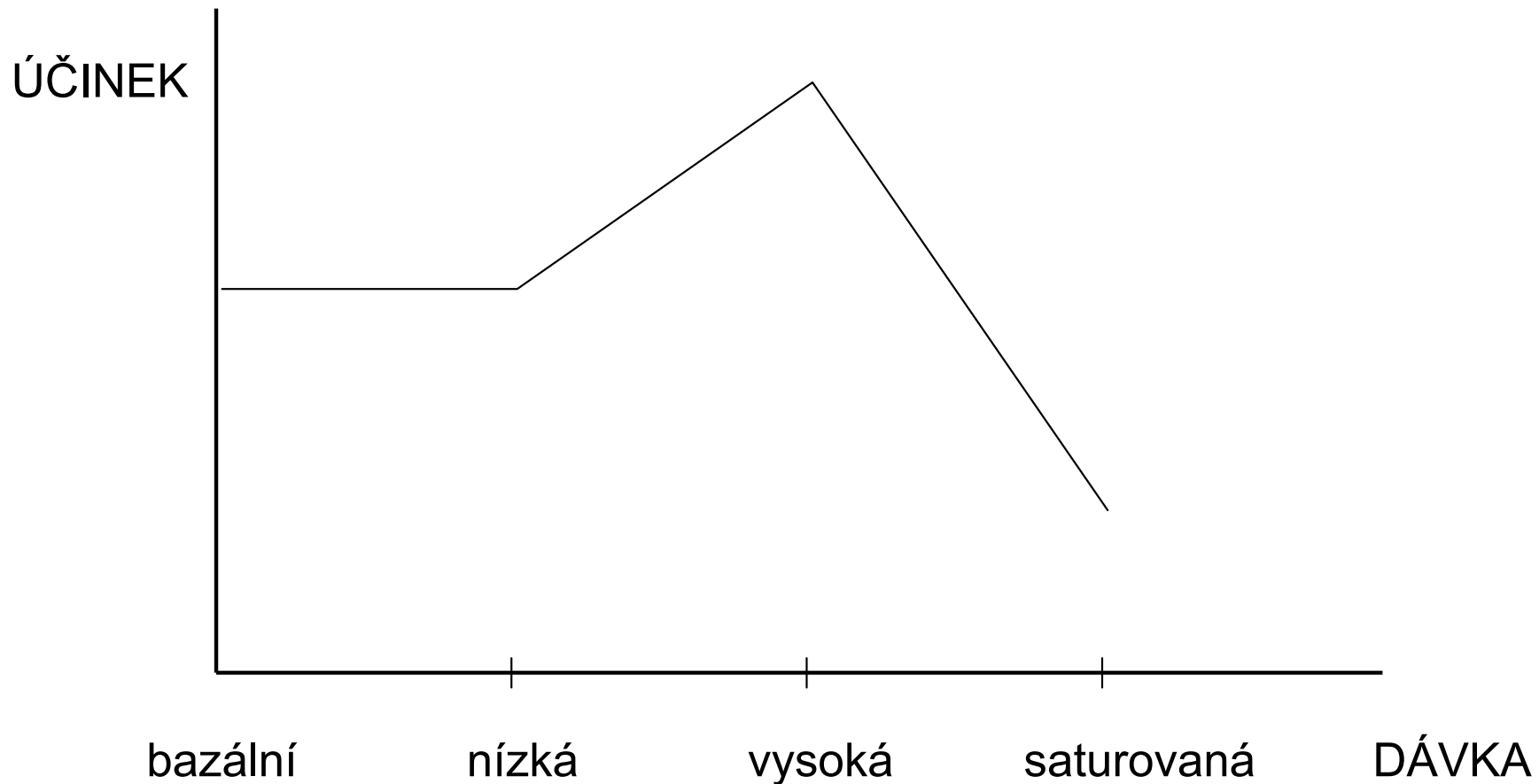
Typy křivek dávka-odpověď

Typ V – reakce málo citlivého biologického systému



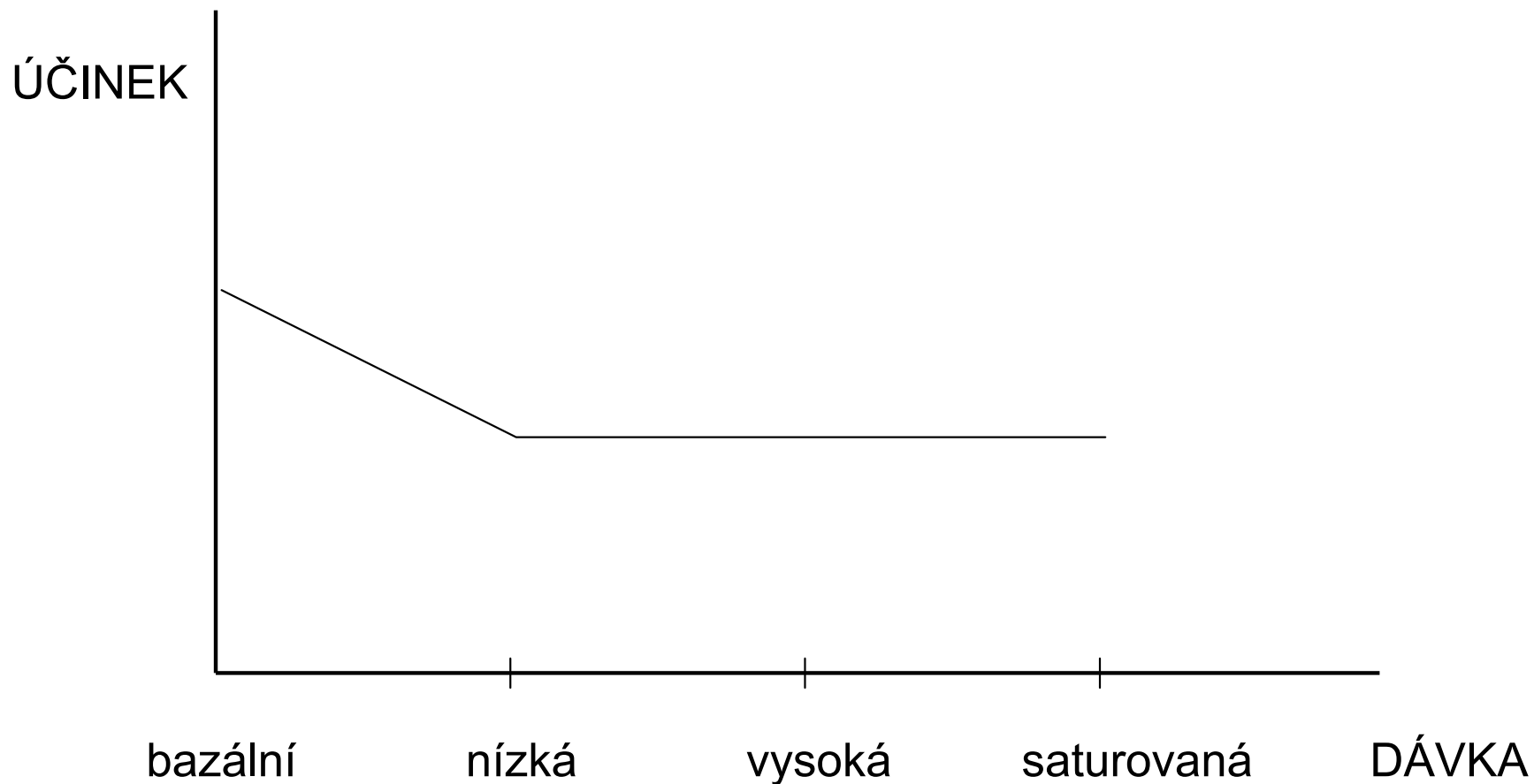
Typy křivek dávka-odpověď

Typ VI – příklad změny mechanismu účinku v závislosti na koncentraci účinné látky



Typy křivek dávka-odpověď

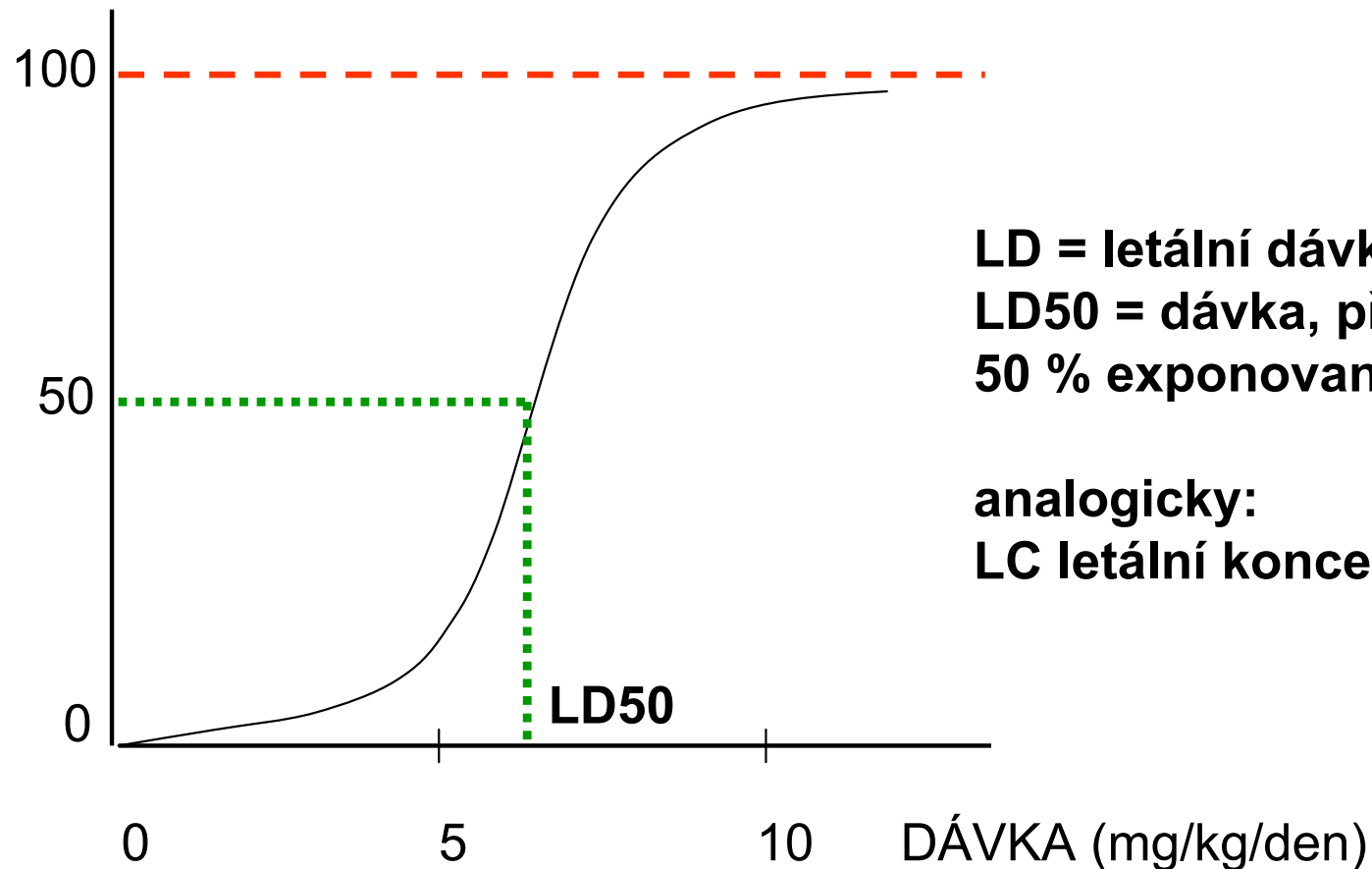
Typ VII – toxický účinek při nízkých dávkách, ? špatný design testu



Kumulativní křivka

Základní metodický přístup – vyhodnocení kumulativních křivek dávka - odpověď

KUMULATIVNÍ
ÚČINEK (%)



LD = letální dávka
LD50 = dávka, při které uhynie
50 % exponovaných jedinců

analogicky:
LC letální koncentrace

Kumulativní křivka

Další pojmy:

EC – efektivní koncentrace

NOEL No-observed-effect level

NOAEL No-observed-adverse-effect-level

LOEC Lowest-observable effect-concentration

4.4. TERENNÍ POKUSY

Terénní pokusy

Toxikant – modelový

Biosystém – přirozený

Experimenty v přírodních podmínkách

pokusná pole (vodní nádrže) s různými dávkami toxikantů

4.5. TRANSPLANTAČNÍ POKUSY

Transplantační pokusy

Toxikant – reálný

Biosystém – modelový

Experimenty v přírodních podmínkách

přenesení organismů do prostředí s různou kontaminací

4.6. TERÉNNÍ STUDIE

Terénní studie

Toxikant – reálný

Biosystém – reálný

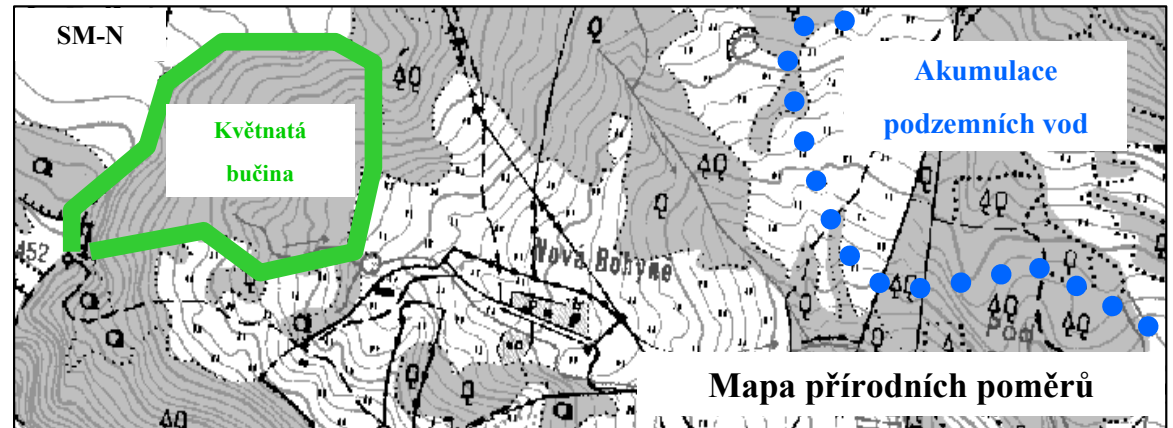
Analýza v přírodních podmínkách

- sledování vlivu toxikantů v reálných podmínkách**
 - chemické analýzy toxikantů v různém prostředí
 - vyhodnocení odpovídajících reakcí biosystémů

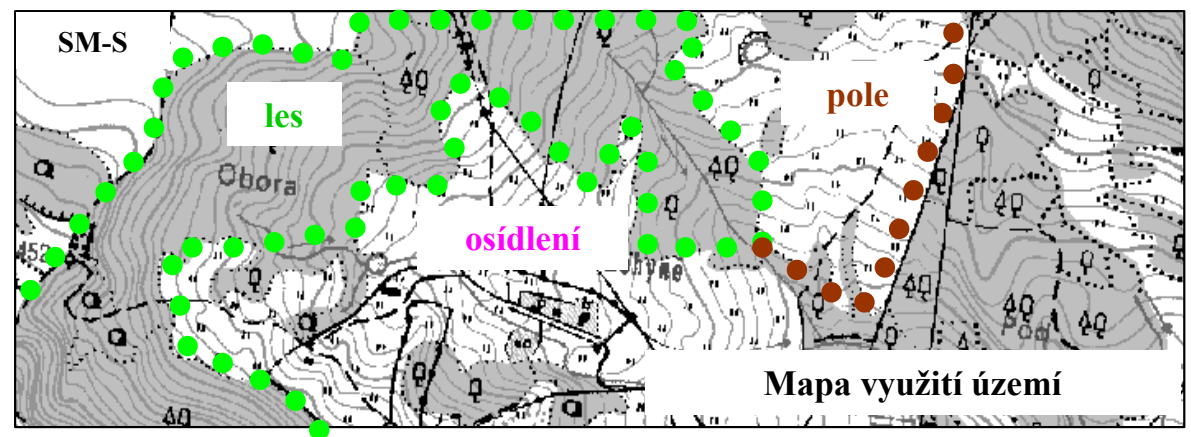
- zvláštním případem jsou bioindikační metody**

Analýza území

**Přírodní subsystém
(N)**

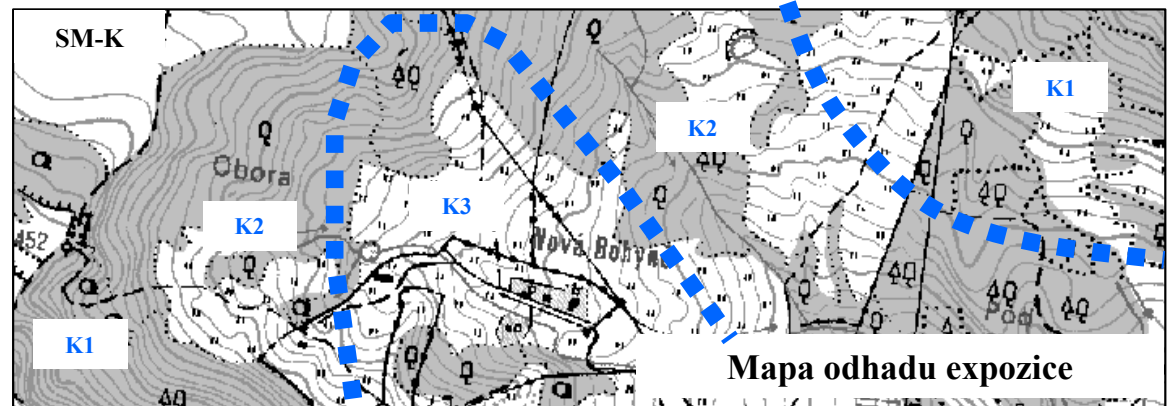


**Ekonomický
subsystém (S)**

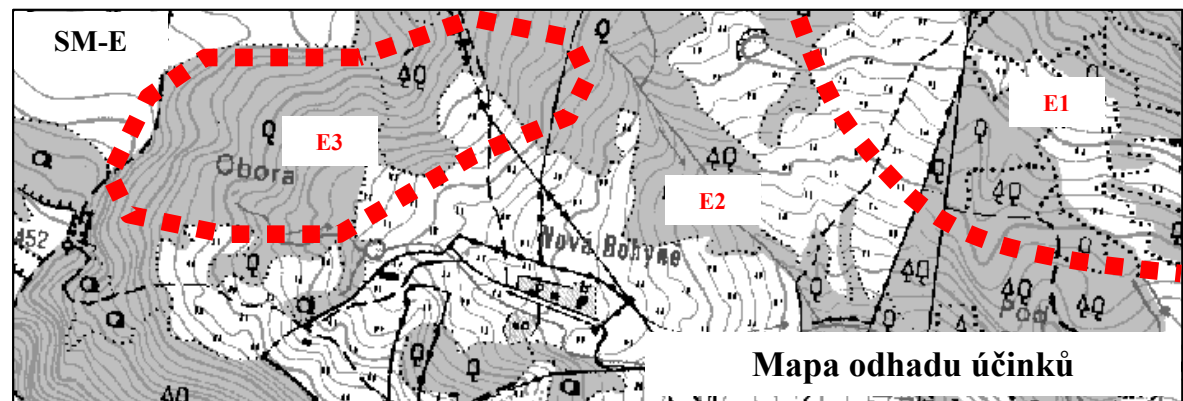


Odhad potenciálů území

Odhad expozice (K)

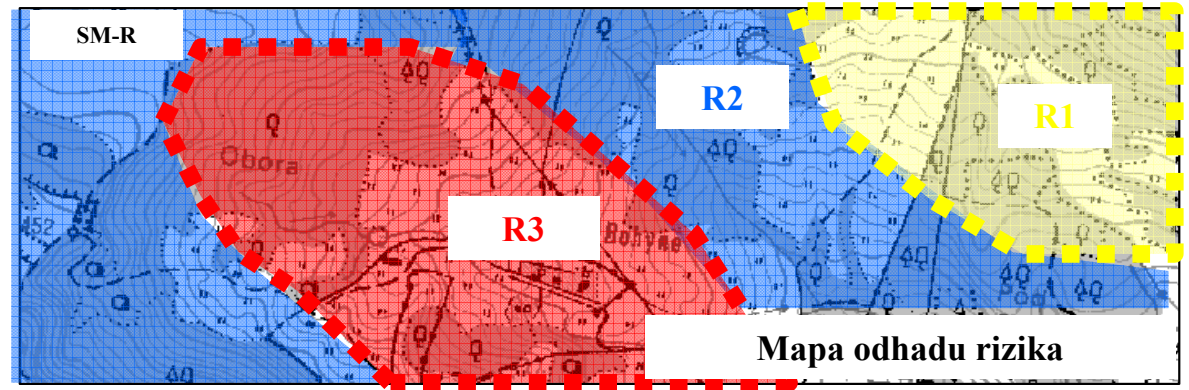


Odhad účinků (E)

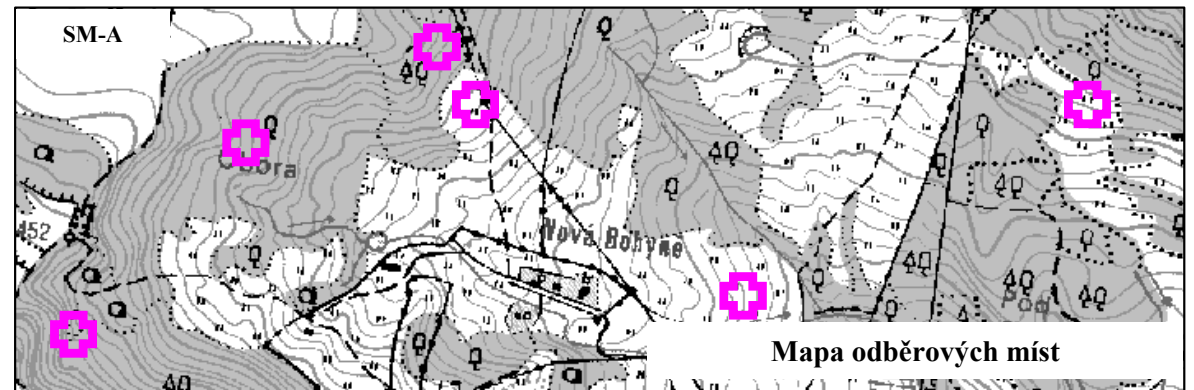


Vzorkovací plán

CHARAKTERIZACE RIZIKA



VZORKOVACÍ PLÁN



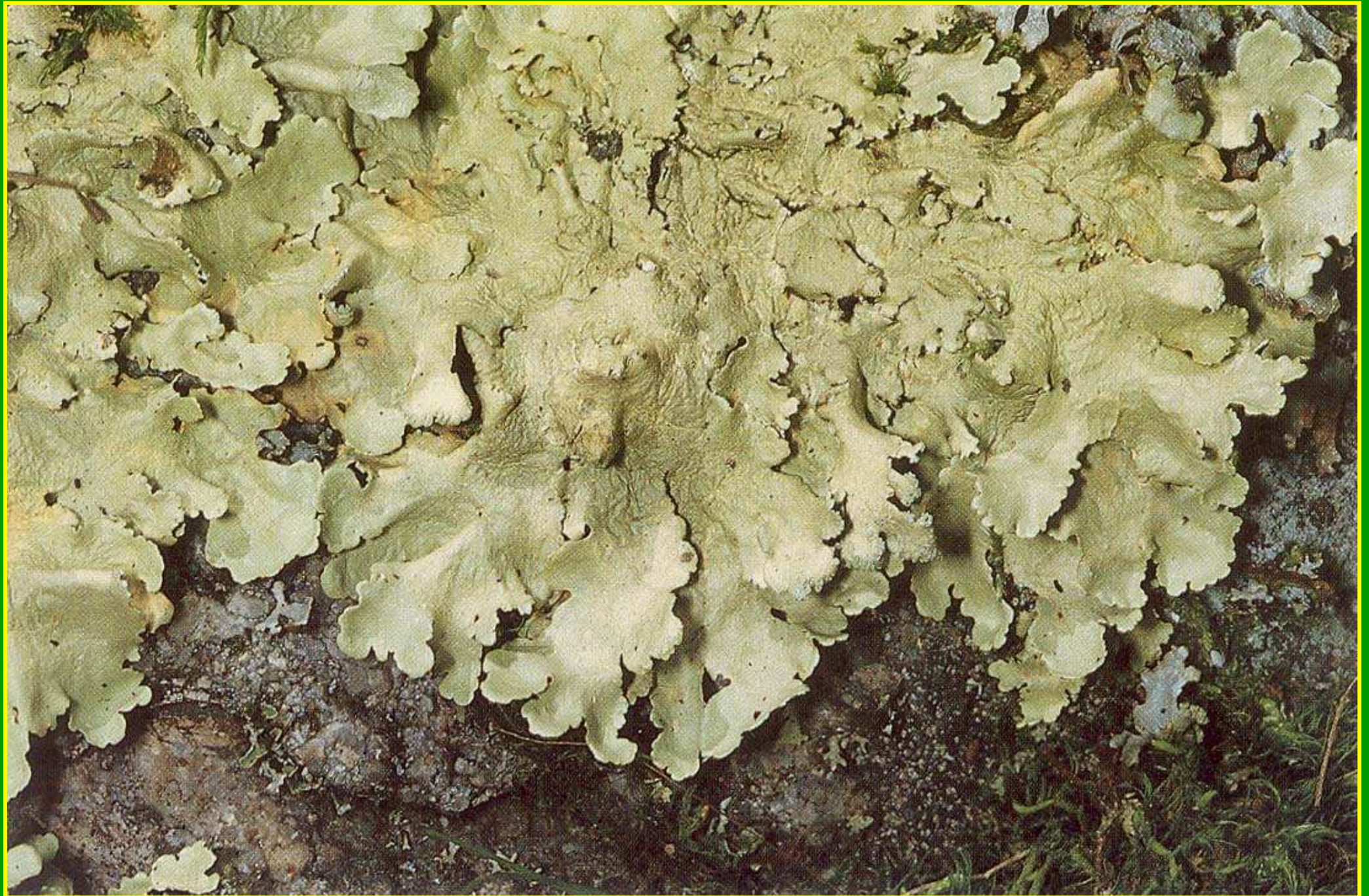
Případová studie LIŠEJNÍKY

LIŠEJNÍKY

=

**MODELOVÉ ORGANISMY
PRO HODNOCENÍ IMISNÍ ZÁTĚŽE**

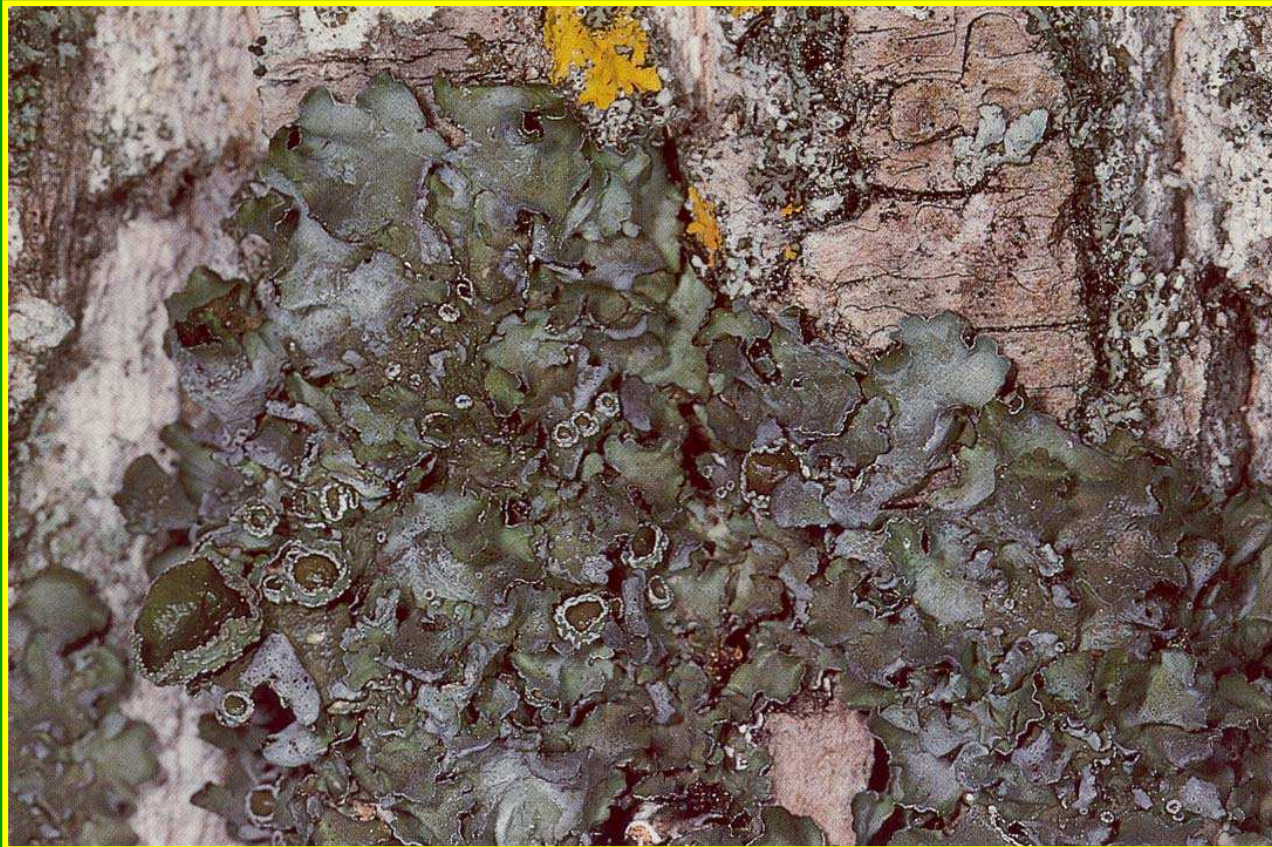




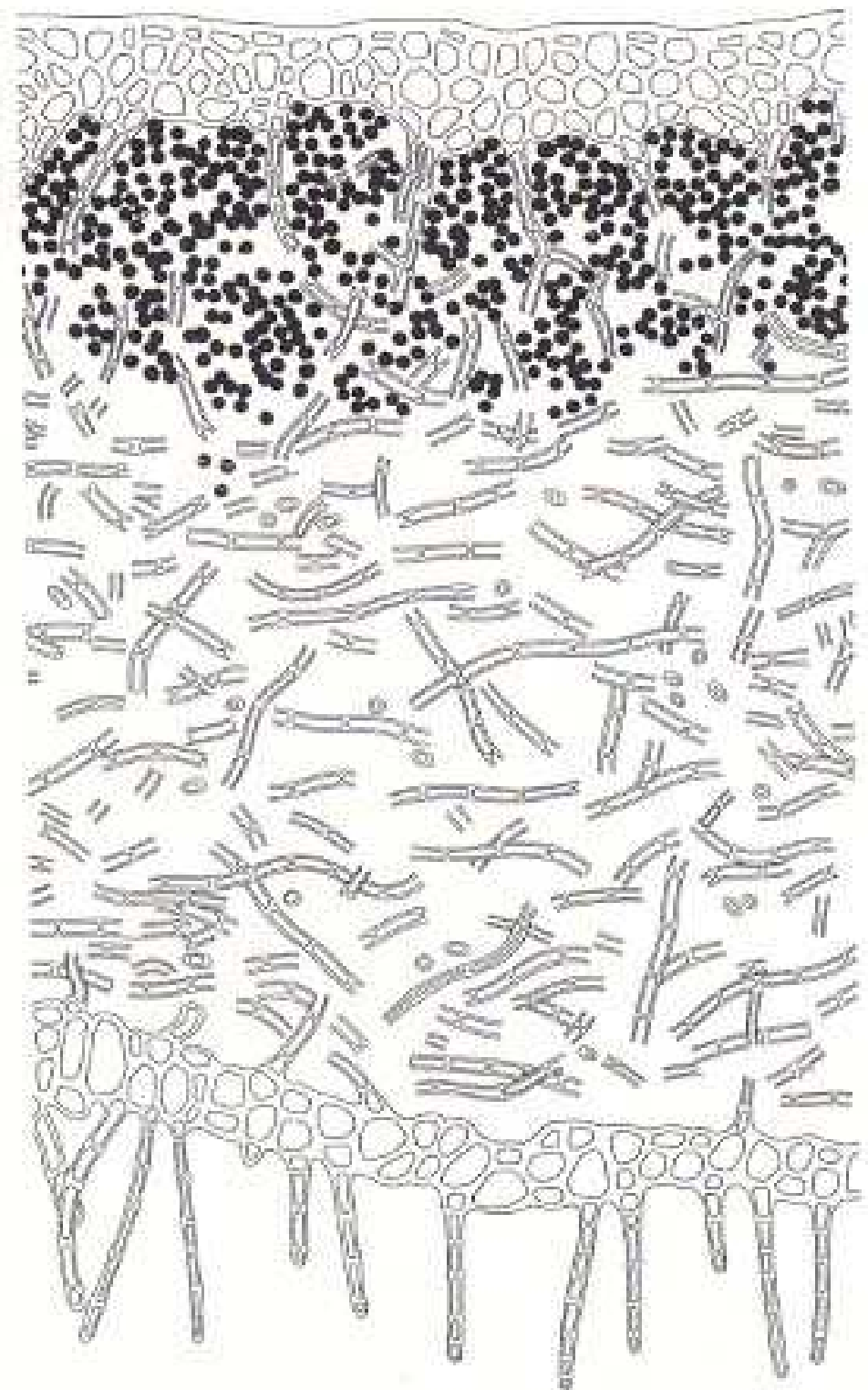


CHARAKTERISTIKA MODELOVÉHO ORGANISMU

fykobiont + mykobiont



Průřez stélkou



PŘÍČINY CITLIVOSTI K IMISÍM

- (1) Zvýšený přístup imisí
- (2) Anatomická stavba stélky
- (3) Vodní režim
- (4) Intenzita metabolismu
- (5) Symbiotická podstata lišejníků

(1) Zvýšený přístup imisí



PŘEDMĚT LIŠEJNÍKOVÉ ANALÝZY

= integrace imisní zátěže

- a) látková
- b) koncentrační
- c) časová



HLAVNÍ METODICKÉ POSTUPY

- 1) Metody fyziologické
- 2) Metody morfologicko – anatomické
- 3) Metody floristické – chorologické
- 4) Metody fytoocenologické
- 5) Metody chemicko-analytické

1) Metody fyziologické

- (a) pokles intenzity fotosyntézy, dýchání a čisté produkce,
- (b) snížení obsahu chlorofylu a přítomnost feofytinu,
- (c) stanovení pH a vodivosti lišejníkové stélky,
- (d) redukce fosfatázové aktivity,
- (e) metabolismus aminokyselin.

2) Metody morfologicko - anatomické

VITALITA

- 1,0 stélky normálně vyvinuté
- 0,8 stélky zakrnělé, případně mírně poškozené
- 0,6 stélky s výraznými stopami poškození
- 0,4 stélky z velké části odumřelé
- 0,2 stélky zcela odumřelé

Parmelia sulcata



3) Metody floristické – chorologické

- mapování rozšíření indikačních druhů
- stupnice citlivosti indikačních druhů



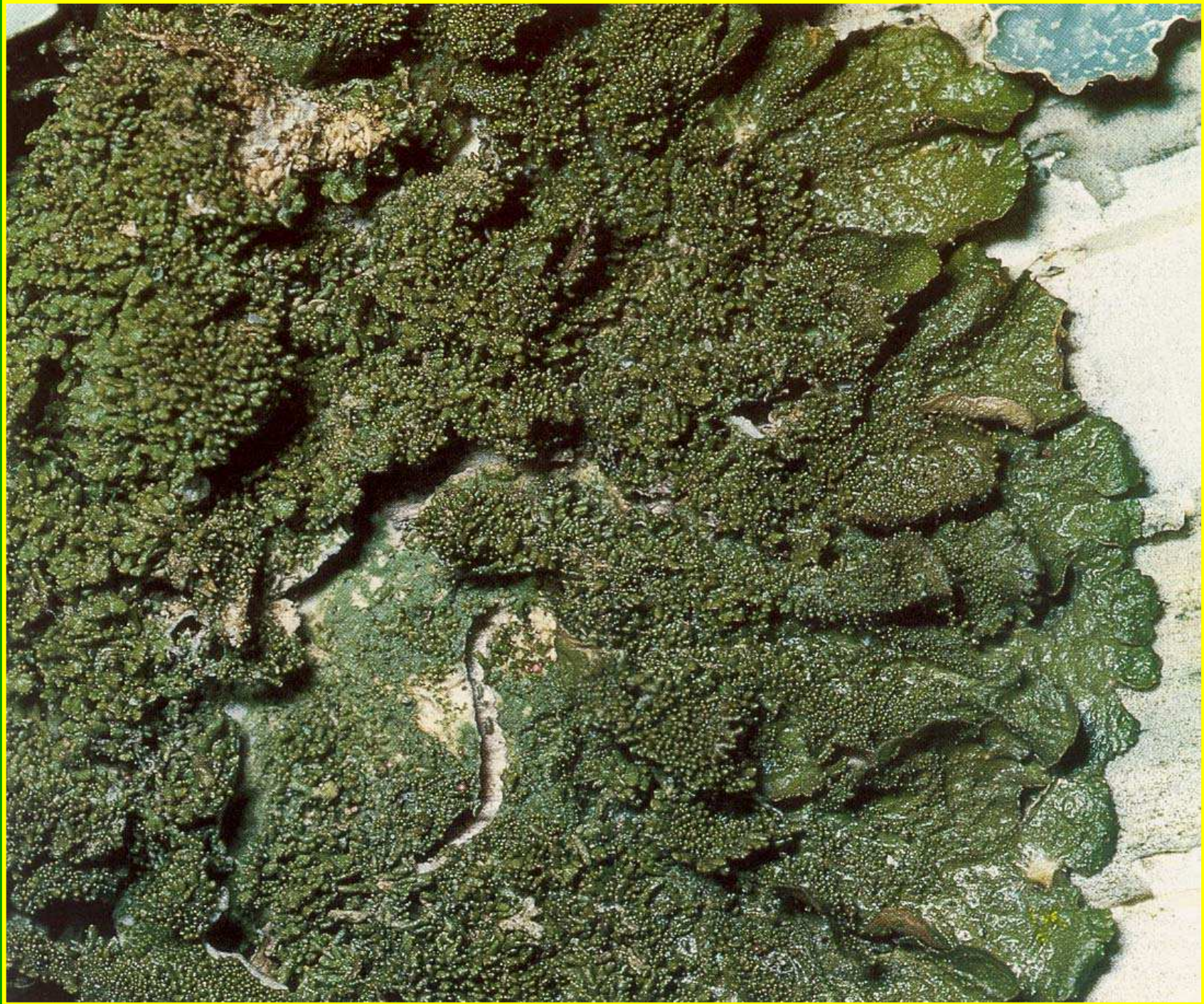
**Lecanora
conizaeoides**



Hypogymnia physodes



Parmelia exasperulata



Parmelia caperata



**Pseudevernia
furfuracea**



Ramalina fraxinea



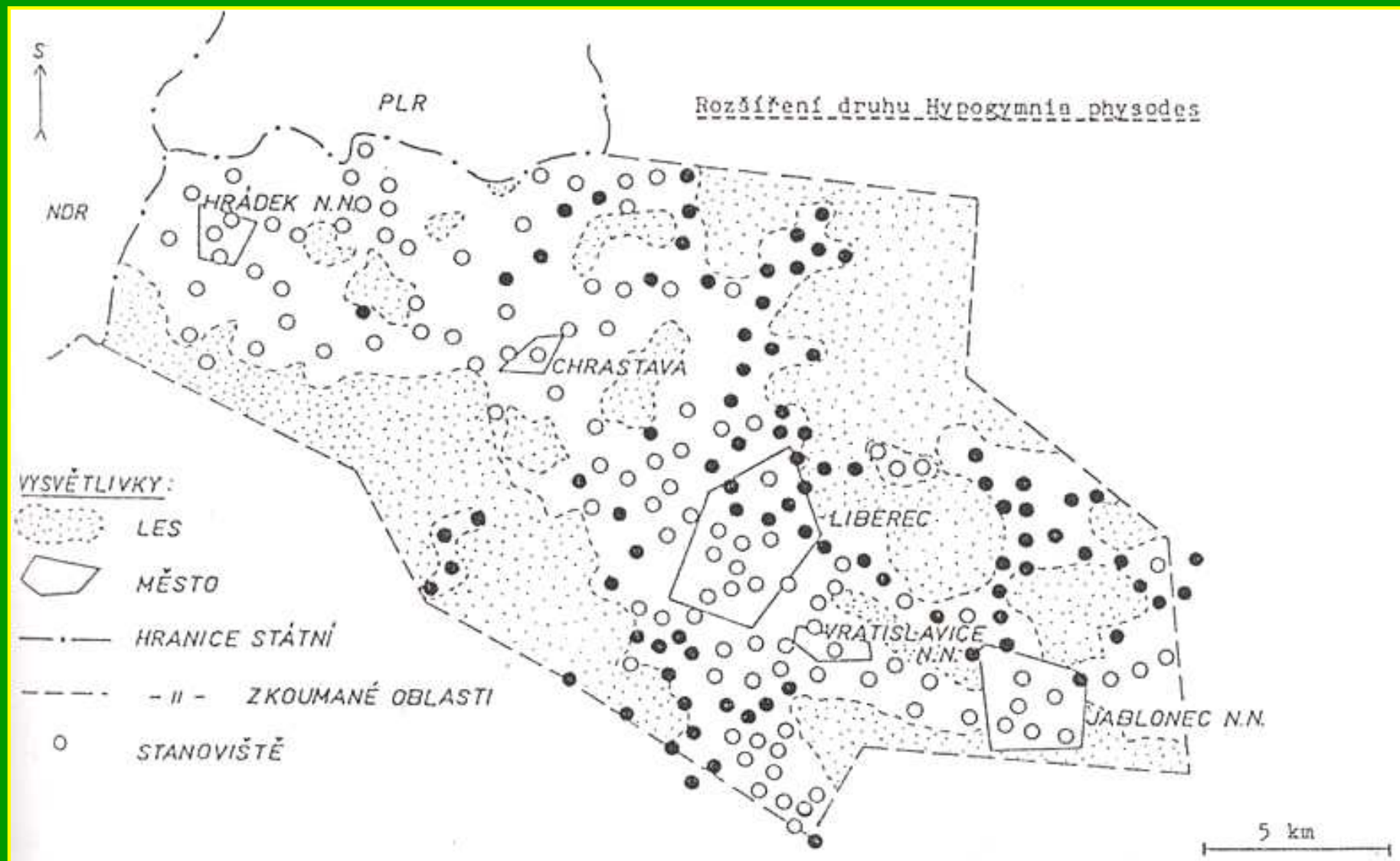
Usnea sp.



Skupina	Citlivost k imisím	Druh
I	silně toxitolerantní	Lecanora conizaeoides
		Lepraria sp.
II	málo citlivé	Bacidia chlorococca
		Lecidea scalaris
		Hypogymnia physodes
III	středně citlivé	Lecanora subfusca sp. agg.
		Parmelia sulcata
		Parmelia saxatilis
		Parmeliopsis ambigua
		Parmelia exasperatula
		Plastismatia glauca
IV	velmi citlivé	Parmeliopsis hyperopta
		Cetraria chlorophylla
		Lecanora varia
		Pseudoevernia furfuracea
		Evernia prunastri
		Ramalina farinacea

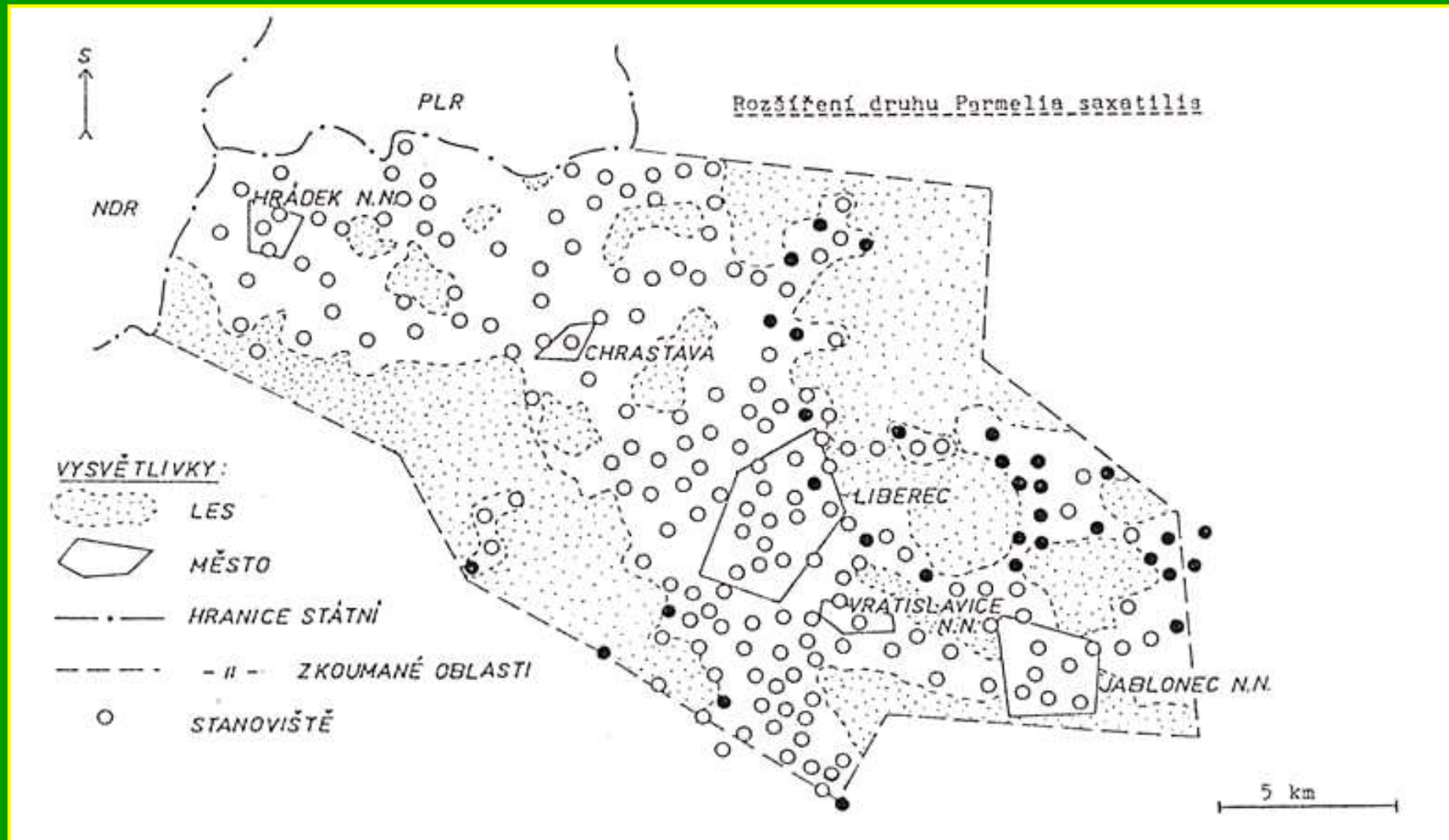
Rozšíření druhů v Liberecké kotlině

Hypogymnia physodes - značně toxitolerantní druh



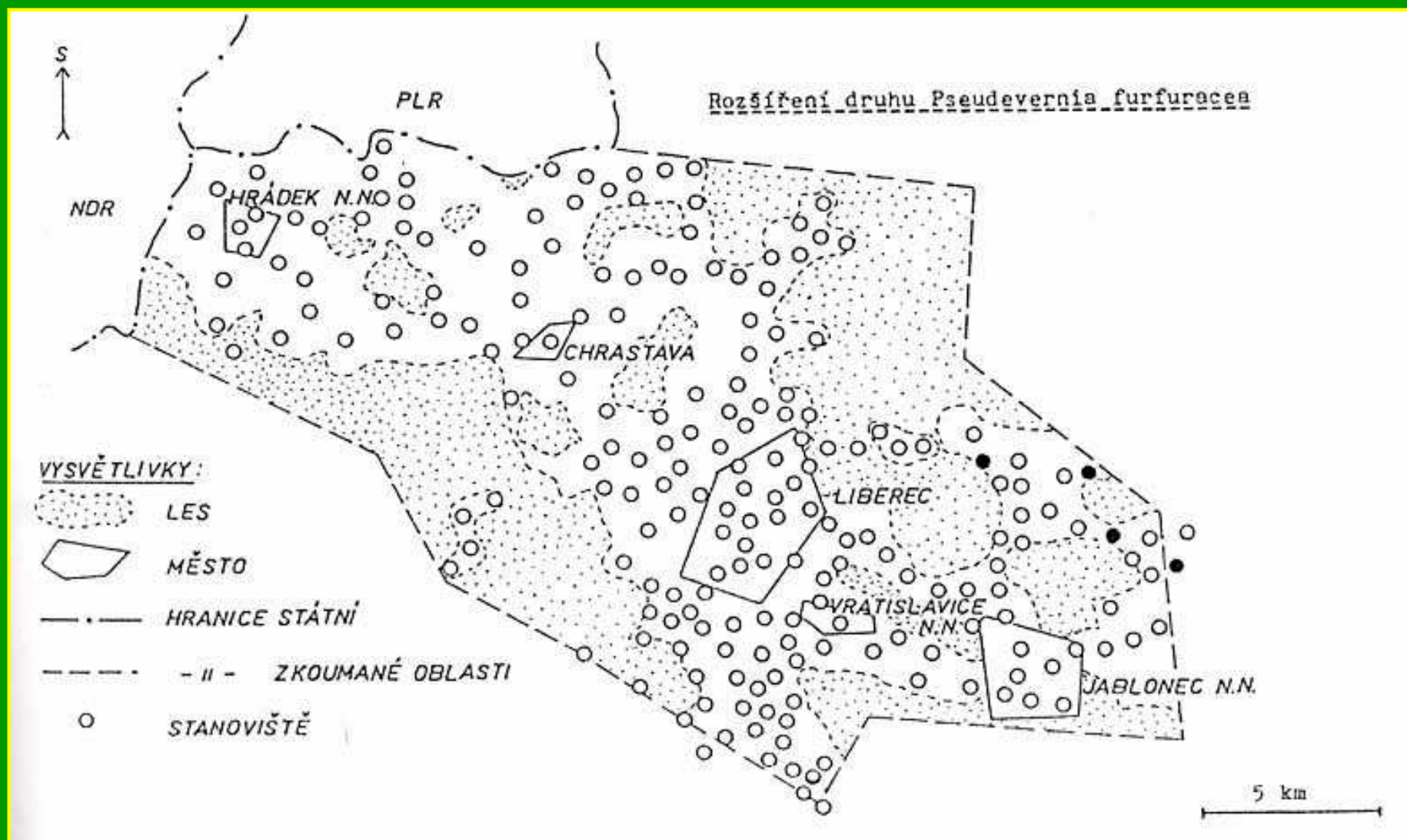
Rozšíření indikačních druhů v Liberecké kotlině

Parmelia saxatilis – středně citlivý druh



Rozšíření indikačních druhů v Liberecké kotlině

Pseudevernia furfuracea - velmi citlivý druh



4) Metody fytoocenologické

výpočty syntetických indexů



(a) index IAP (Index of Atmospheric Purity)

$$\text{IAP} = \frac{\sum_1^n (Q \cdot f)}{10}$$

n - celkový počet nalezených druhů lišejníků na daném stromě

Q - ekologický index každého druhu lišejníku, udávající průměrný počet doprovodných druhů na všech stanovištích, kde se nacházel

f - hodnota abundance nebo frekvence podle odhadové stupnice

(b) Index L

$$\sum_1^m q \cdot f \cdot v$$

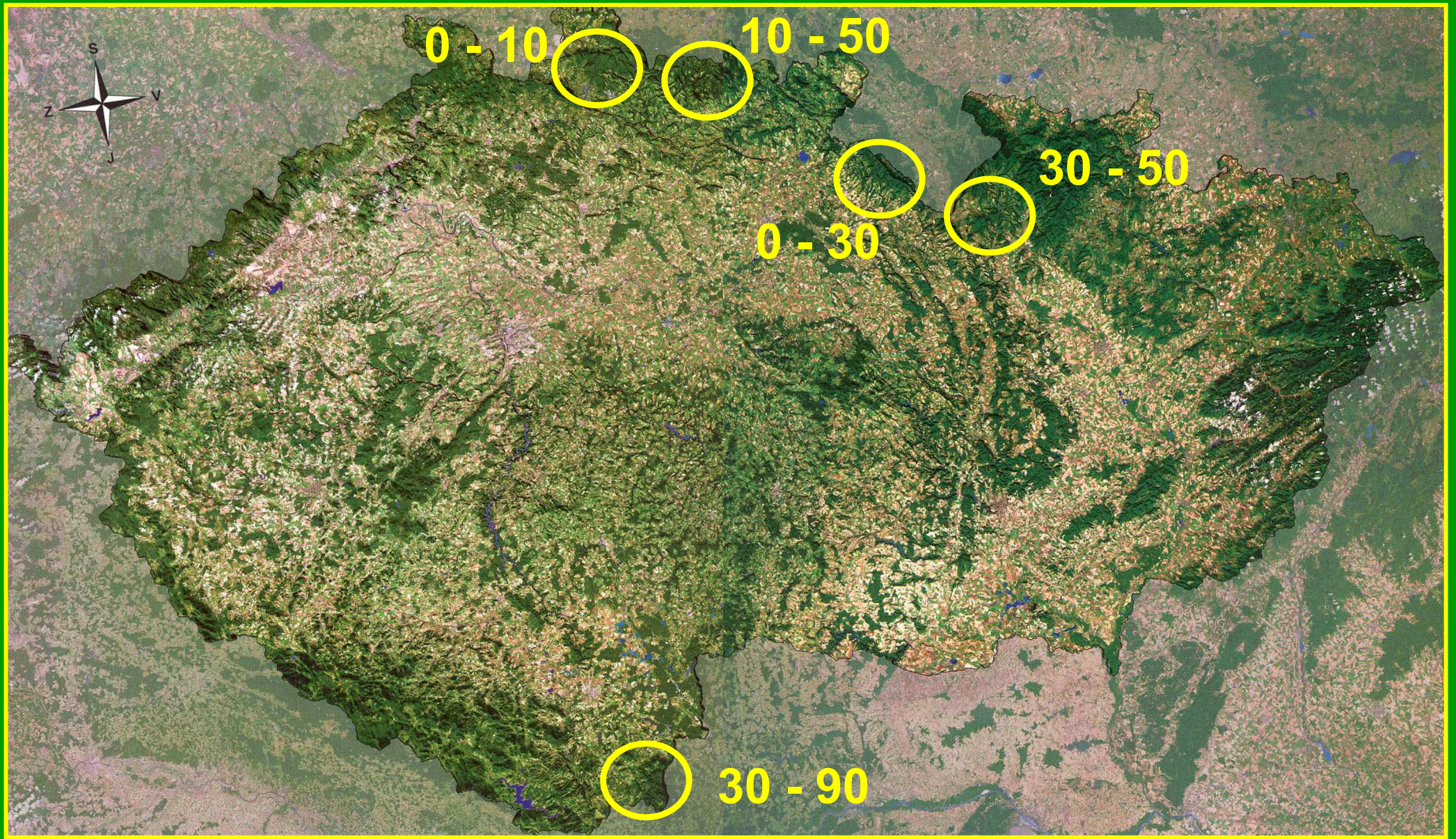
m - počet indikačních druhů nalezených na daném stromě

q - ekologický index citlivosti druhu k imisím
(vyšší q = vyšší citlivost)

f - kvantitativní zastoupení druhu podle odhadové stupnice

v - vitalita druhu podle odhadové stupnice

Index L



c) indikační kapacity



Etapy ústupu:

1. snižování vitality **v**
2. snižování abundance **f**
3. snižování počtu druhů **q**

$$C = \sum_1^m q \cdot f \cdot V$$

m - počet indikačních druhů na daném stromě

q - ekologický index citlivosti každého indikačního druhu k imisím

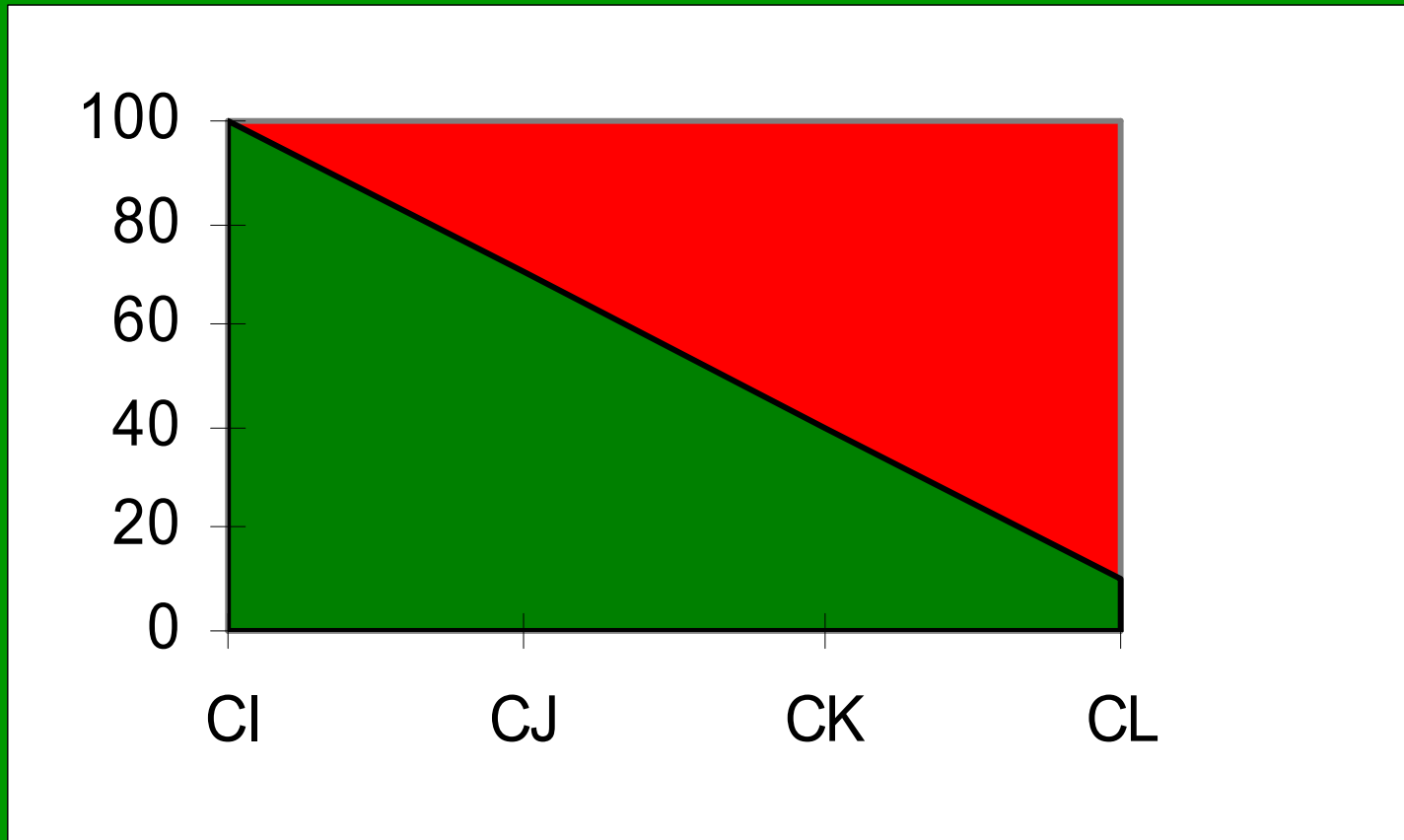
f - hodnota určující kvantitativní zastoupení druhu

v - hodnota určující vitalitu druhu

Definice jednotlivých lišejníkových indikačních kapacit

Indikační kapacita	zastoupení druhů (m,q)	abundance	vitalita	charakteristika
		(f)	(v)	
CI	modelové	modelové	modelové	„původní stav bez imisí“, stav bez dlouhodobých vlivů
CJ	reálné	modelové	modelové	stav bez krátko- a střednědobých vlivů
CK	reálné	reálné	modelové	stav bez krátkodobých vlivů
CL	reálné	reálné	reálné	současný stav, CL je totožná s indexem L

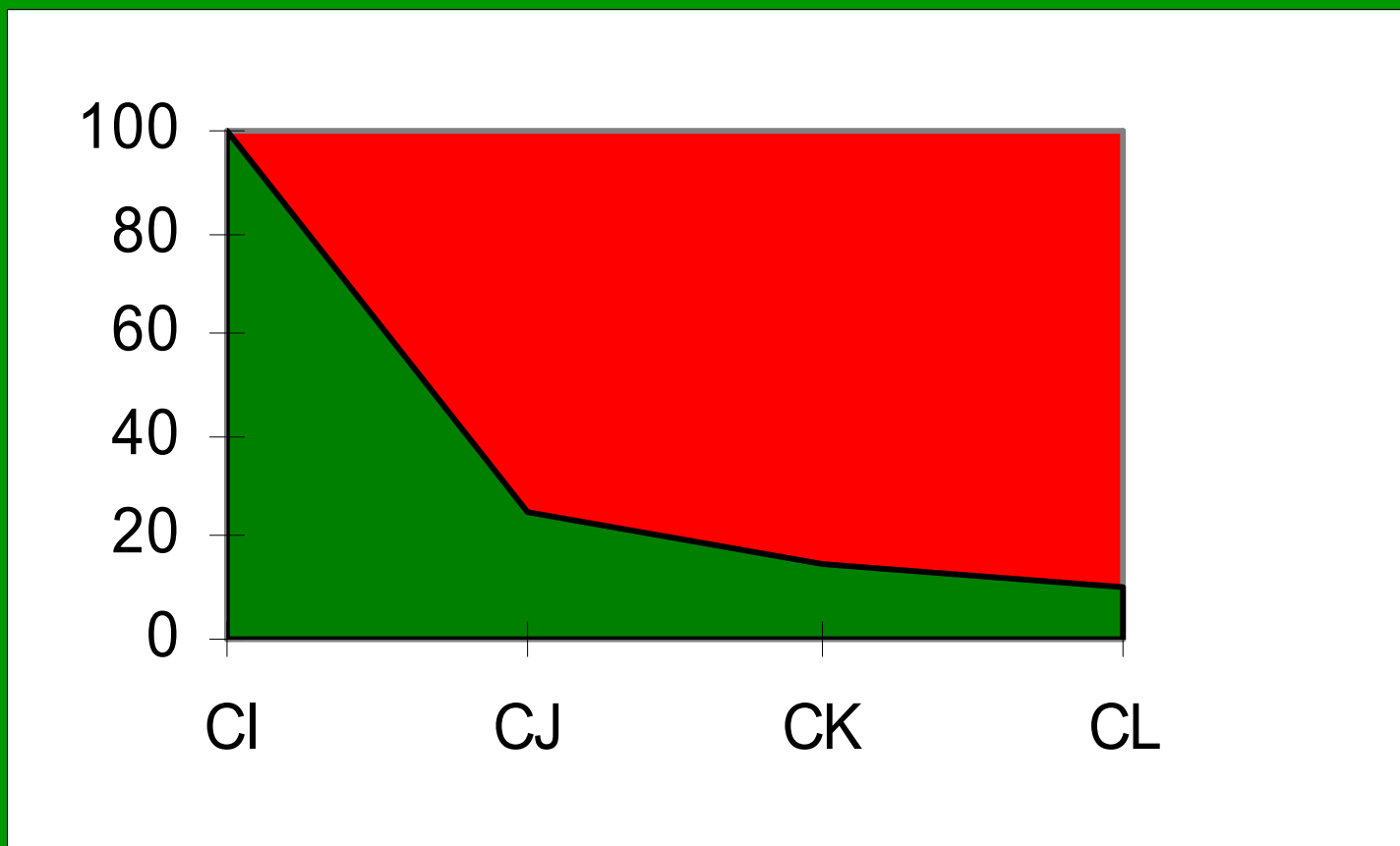
Modelové příklady dynamiky ústupu lišejníků



rovnoměrný ústup

*současný ústup na úrovni druhů, abundance i vitality

Modelové příklady dynamiky ústupu lišejníků

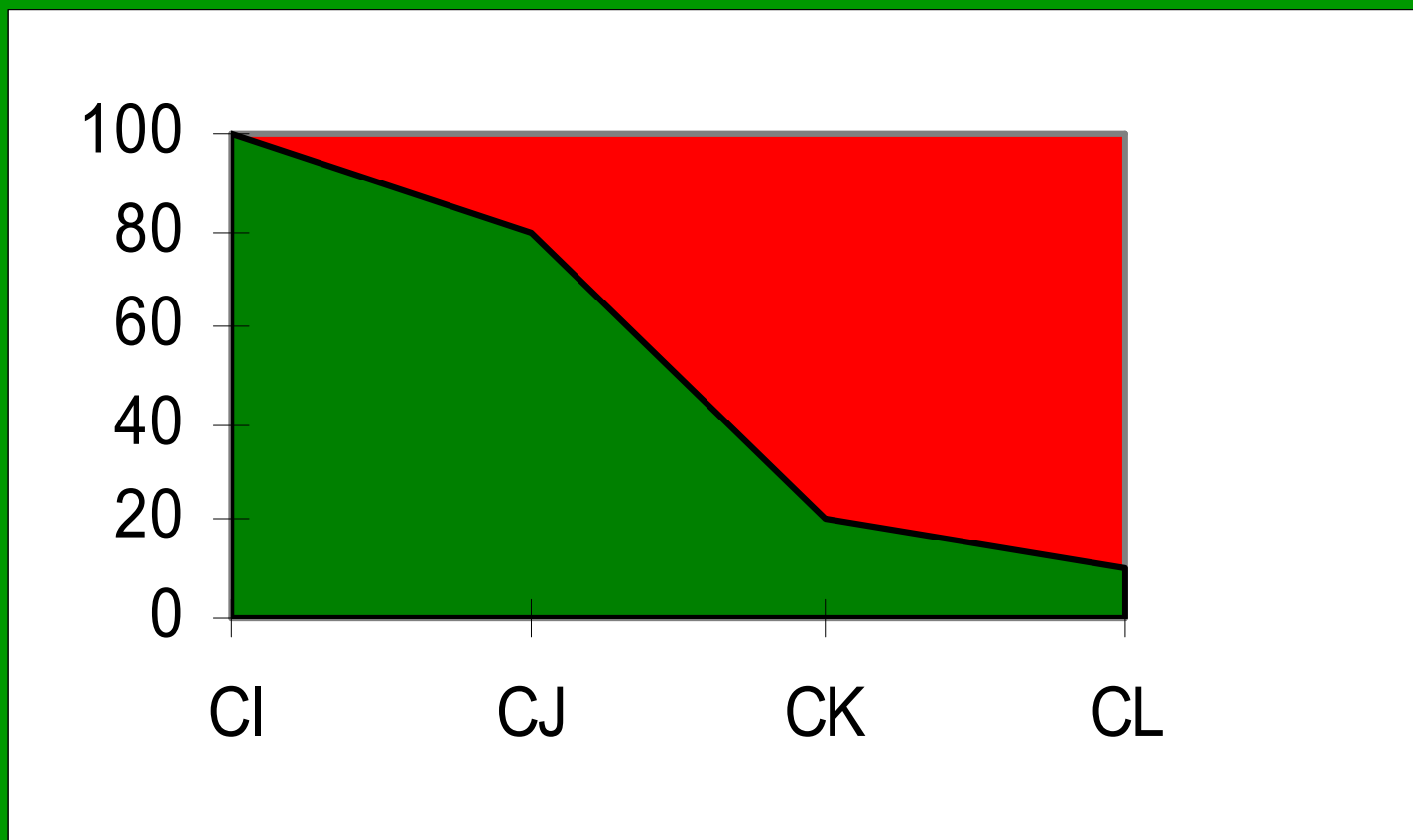


dlouhodobý ústup

*převažuje ústup na úrovni druhů

*předpoklad dlouhodobého působení imisí

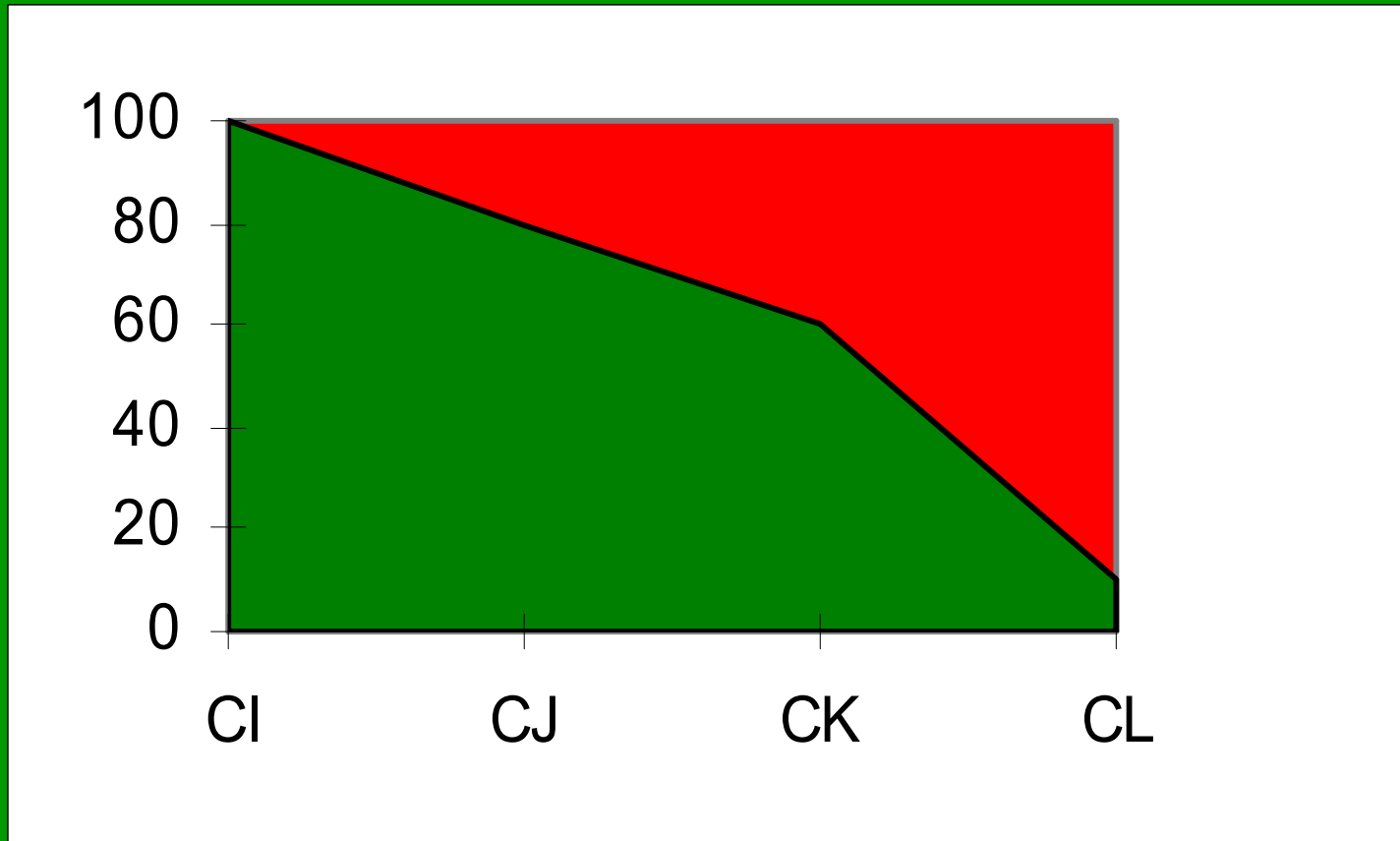
Modelové příklady dynamiky ústupu lišejníků



střednědobý ústup

*převažuje ústup na úrovni abundance

Modelové příklady dynamiky ústupu lišejníků



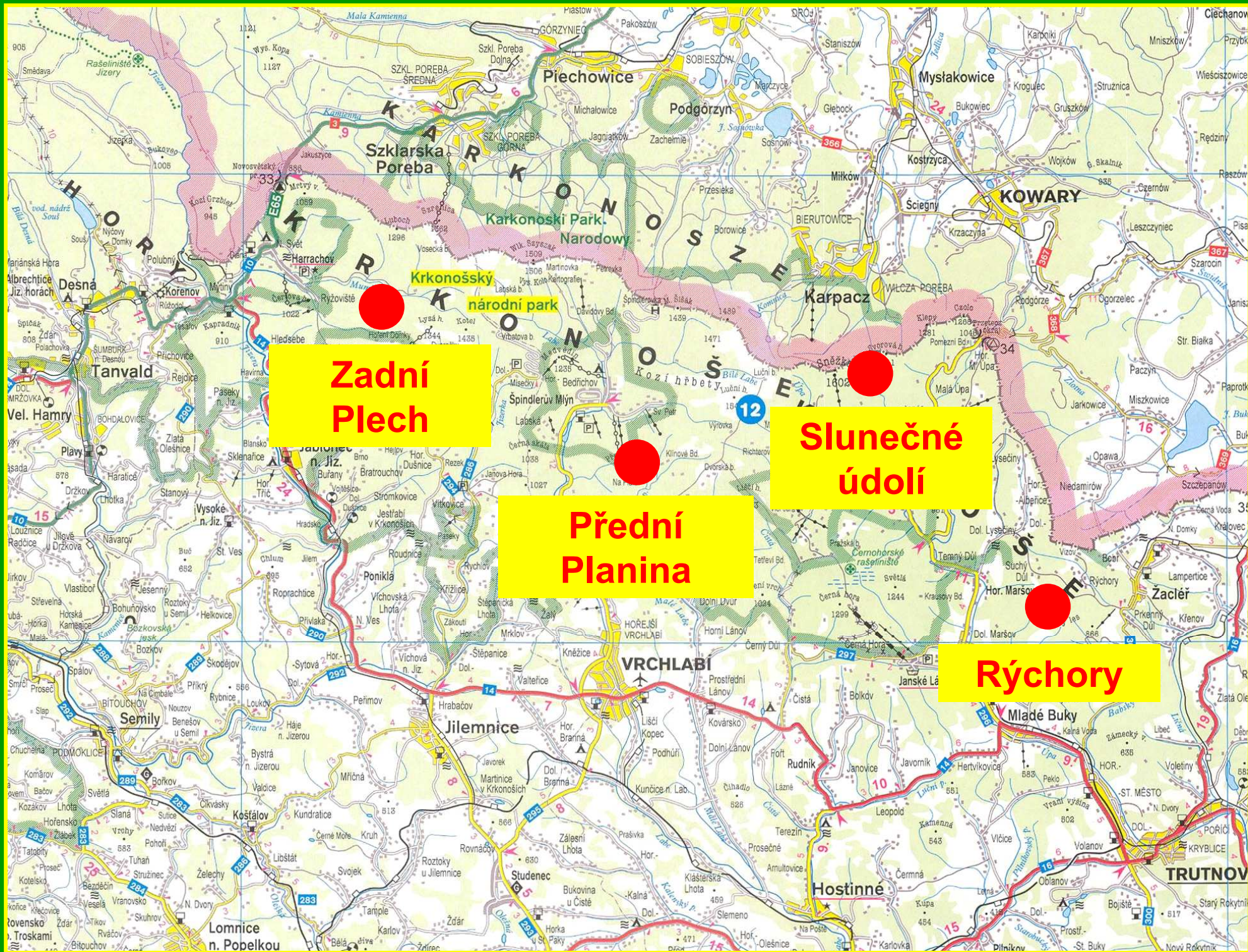
krátkodobý ústup

*převažuje ústup na úrovni vitality

*předpoklad náhlého zvýšení imisní zátěže v nedávné době

Krkonošský národní park





**Zadní
Plech**

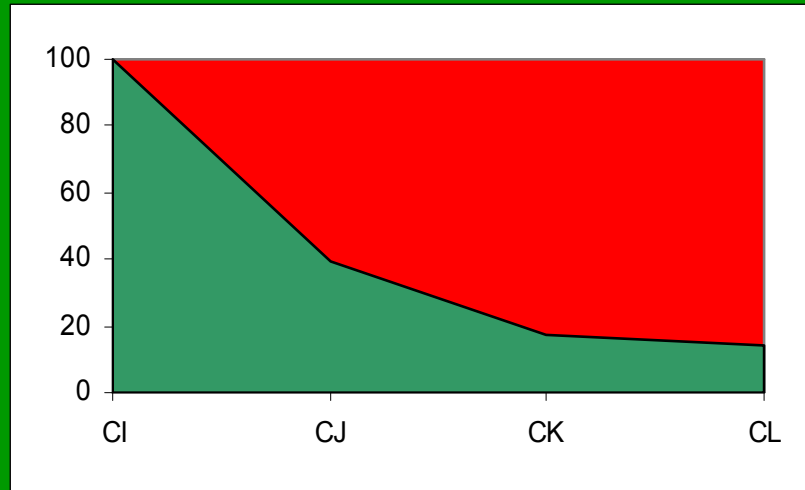
**Slunečné
údolí**

**Přední
Planina**

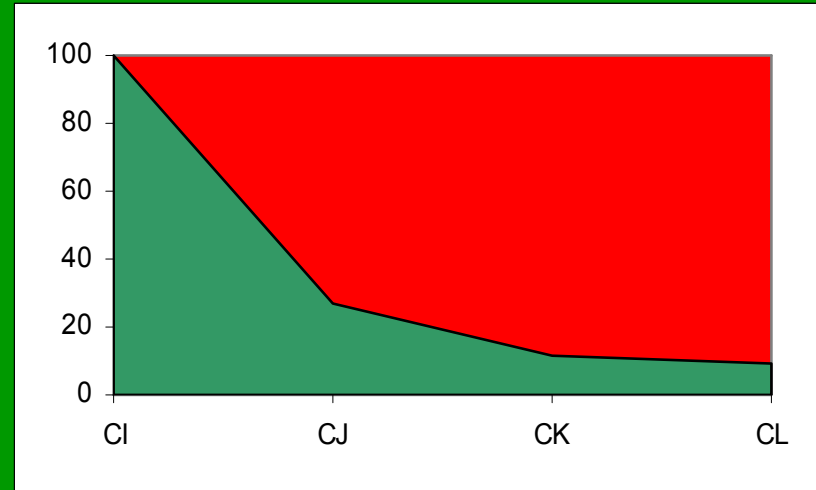
Rýchory

ZADNÍ PLECH

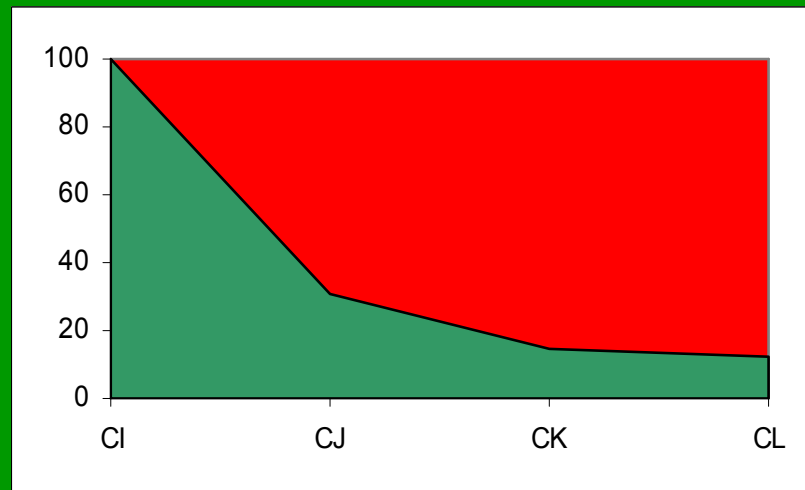
1982



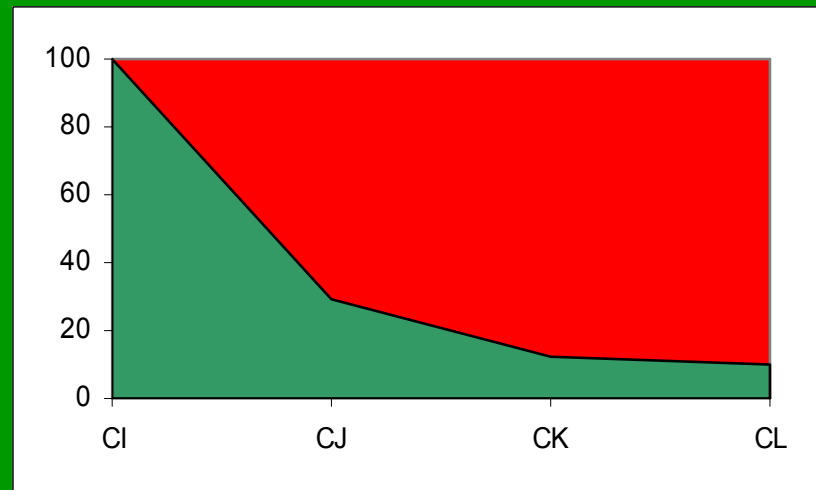
1993



1987

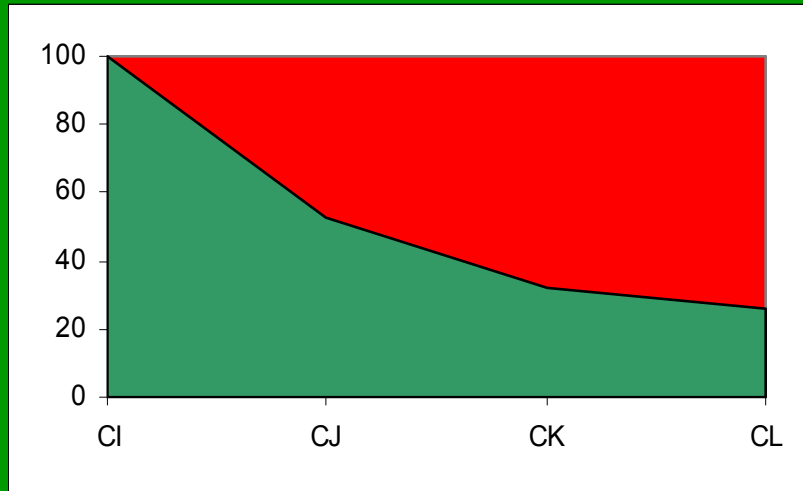


1997

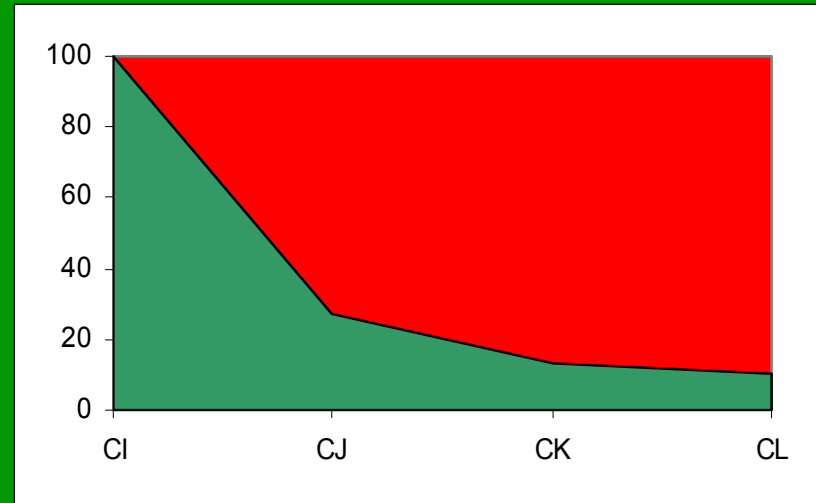


PŘEDNÍ PLANINA

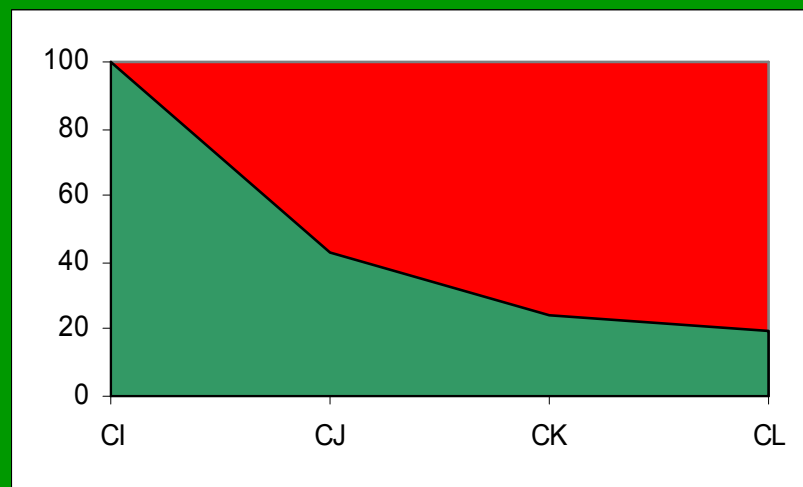
1982



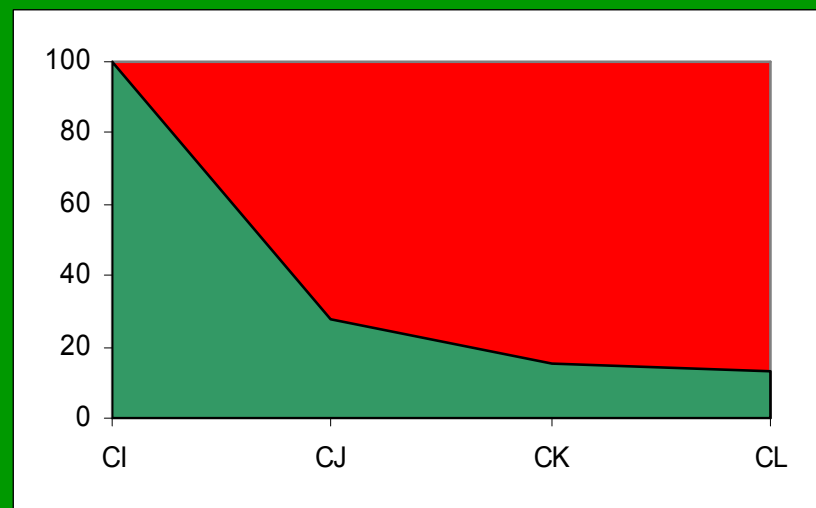
1993



1987

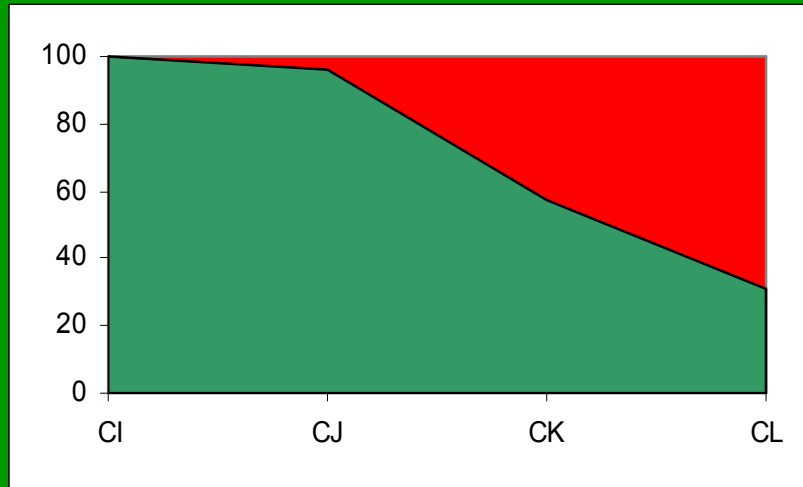


1997

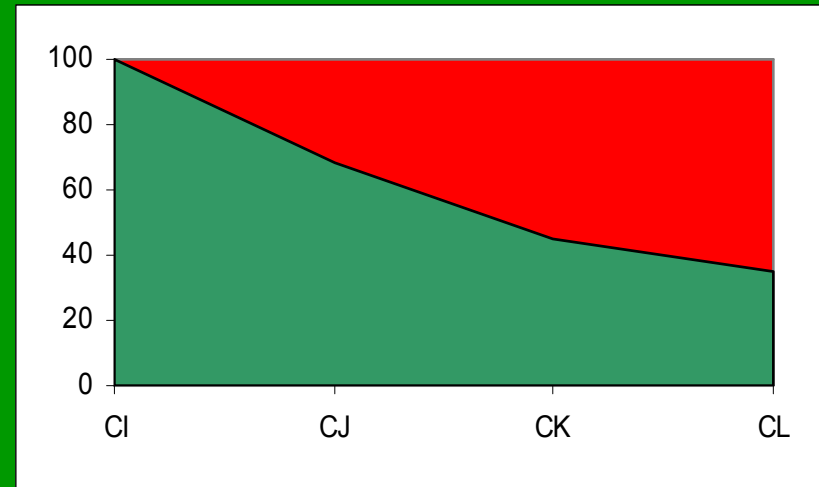


SLUNEČNÉ ÚDOLÍ

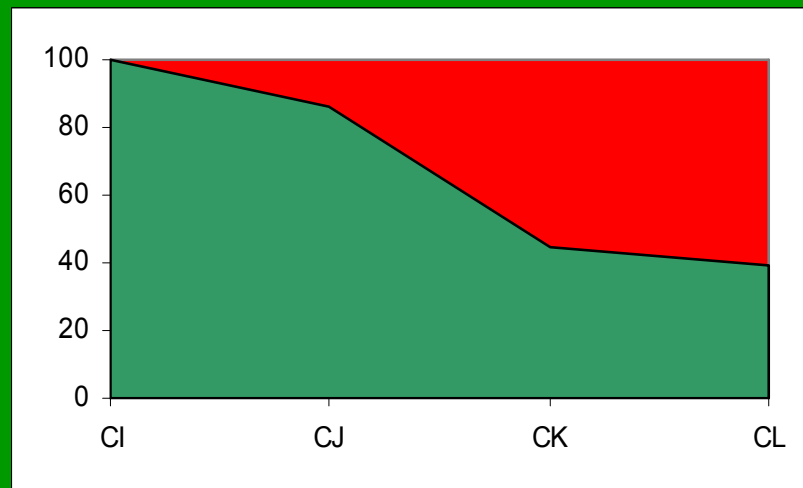
1982



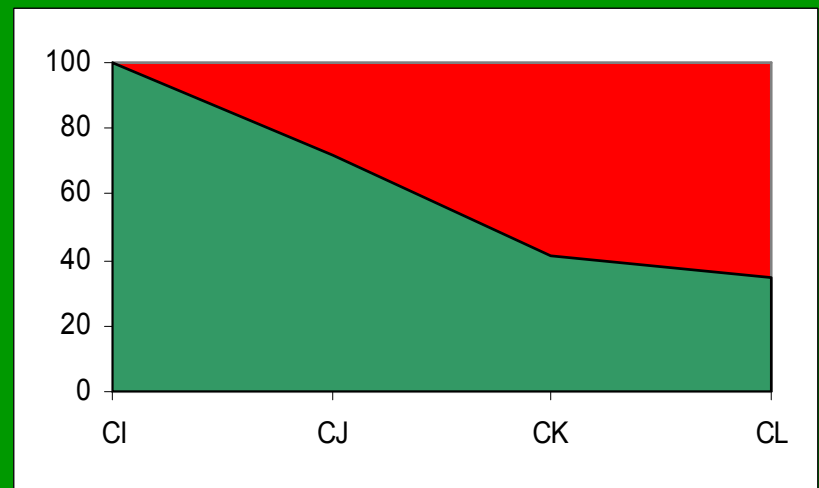
1993



1987

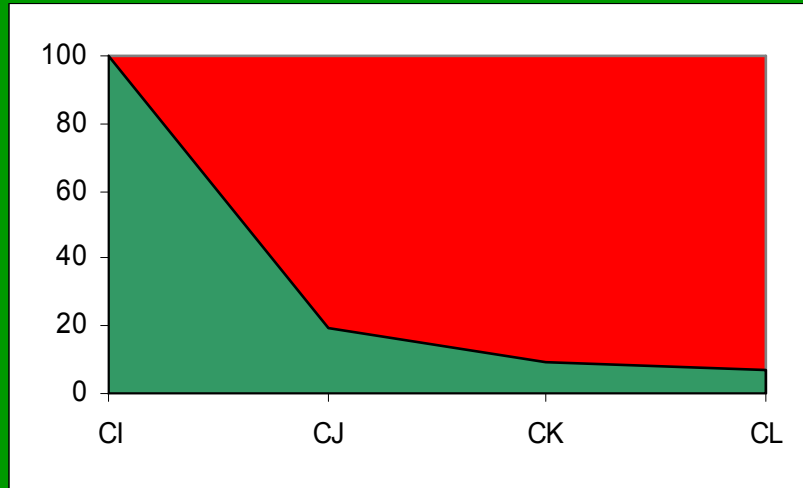


1997

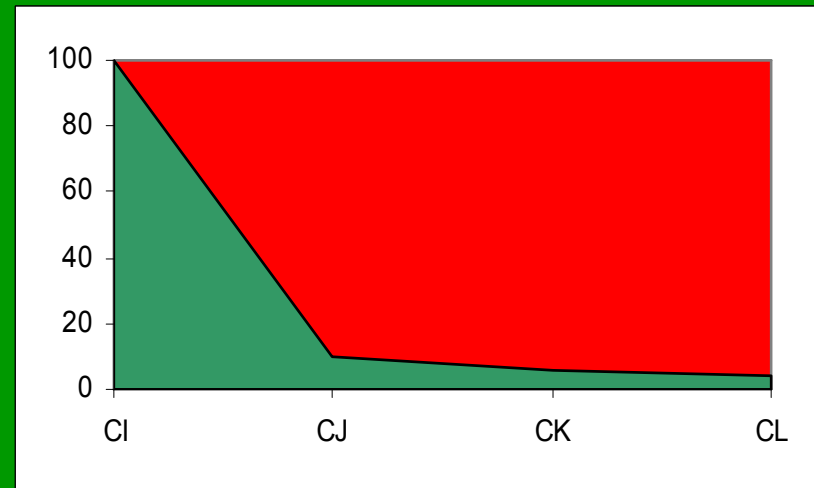


RÝCHORY

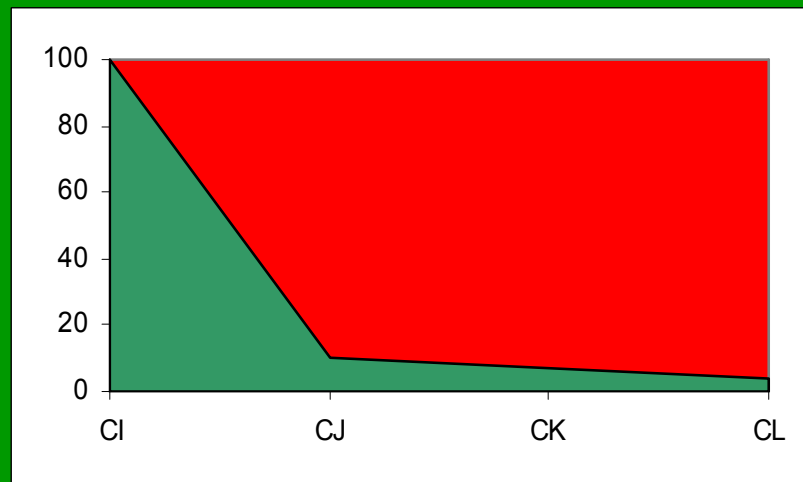
1982



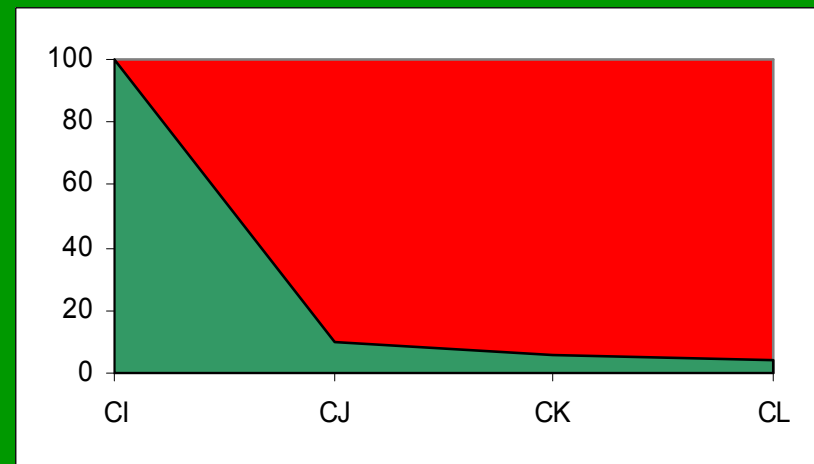
1993



1987



1997

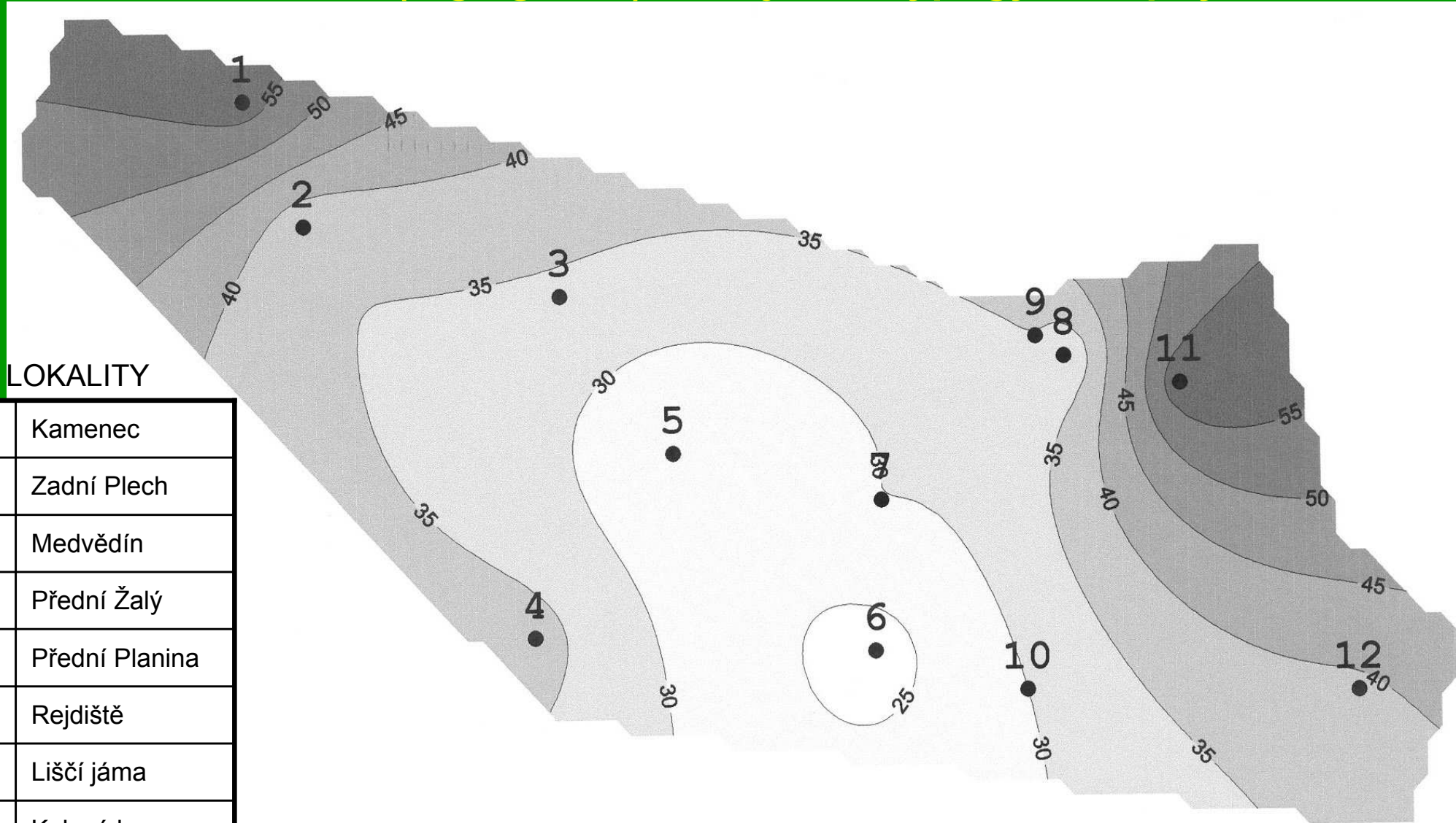


5) Metody chemicko-analytické

lišejníky jako materiál pro chemickou analýzu



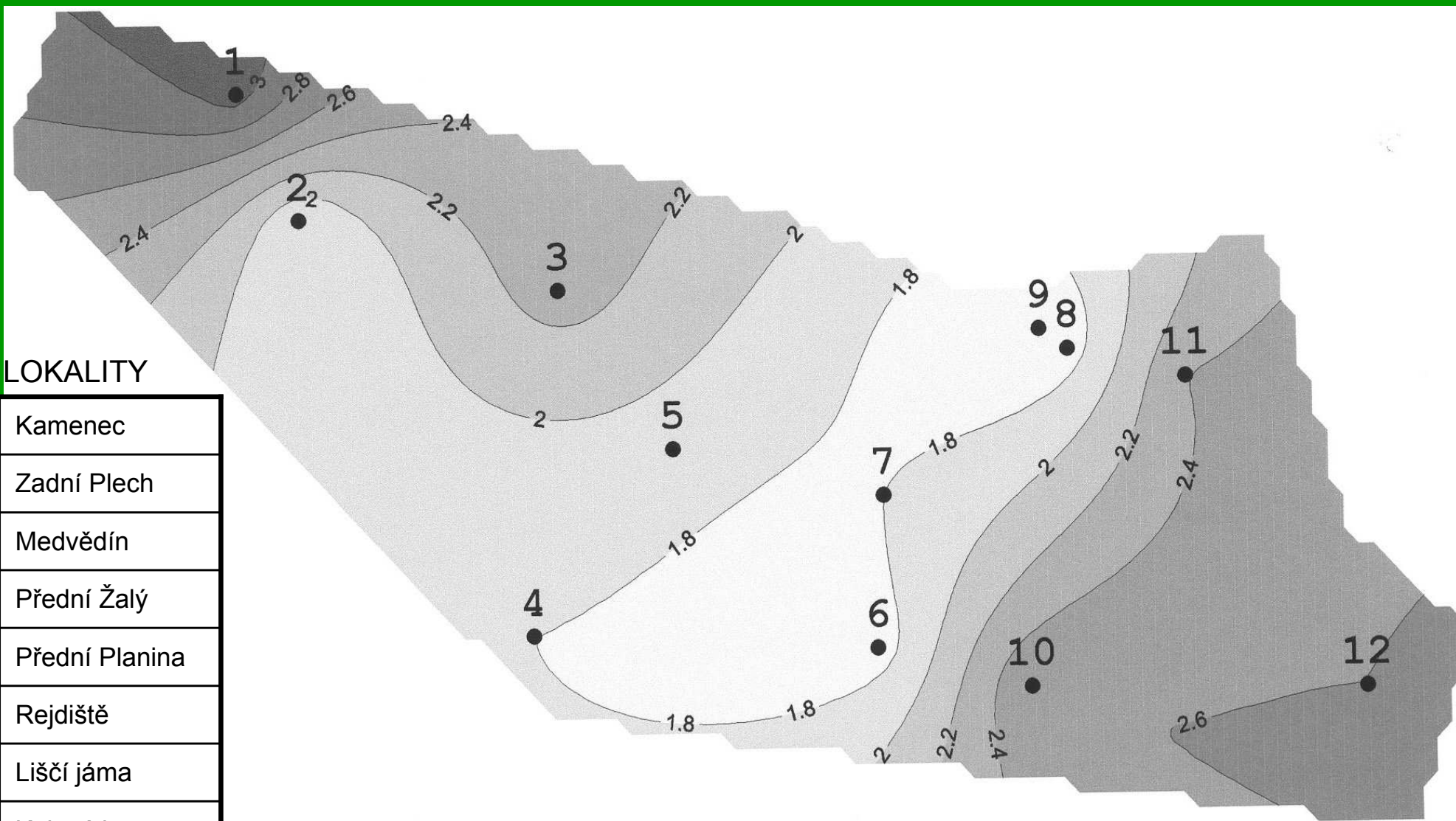
Koncentrace Pb (mg/kg suš.) v lišejníku *Hypogymnia physodes*



LOKALITY

1	Kamenec
2	Zadní Plech
3	Medvědíň
4	Přední Žalý
5	Přední Planina
6	Rejdiště
7	Liščí jáma
8	Kulová hora
9	Prostřední hora
10	Černá hora
11	Kraví hora
12	Rýchory

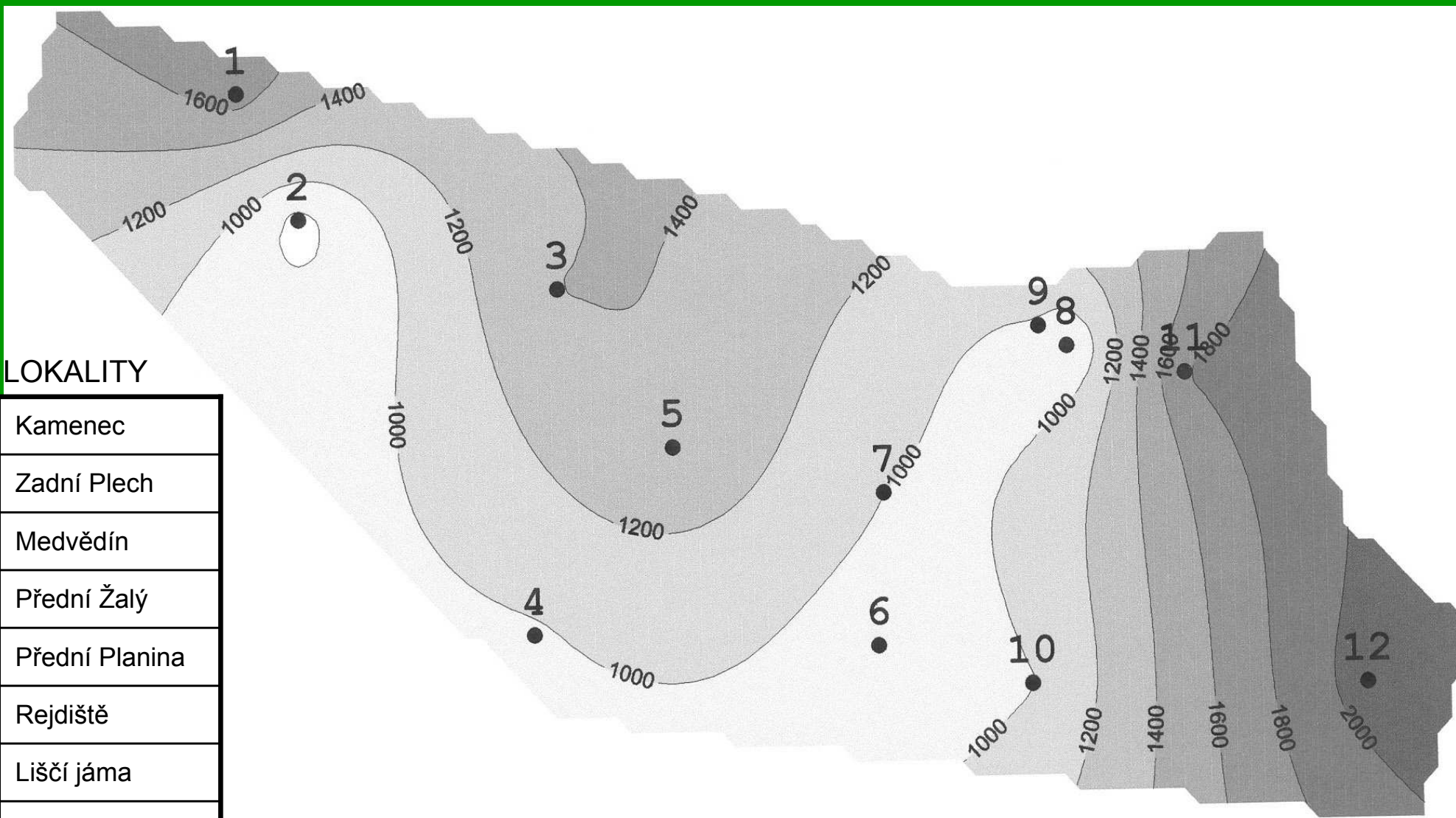
Koncentrace As (mg/kg suš.) v lišejníku *Hypogymnia physodes*



LOKALITY

1	Kamenec
2	Zadní Plech
3	Medvědin
4	Přední Žalý
5	Přední Planina
6	Rejdiště
7	Liščí jáma
8	Kulová hora
9	Prostřední hora
10	Černá hora
11	Kraví hora
12	Rýchory

Koncentrace Fe (mg/kg suš.) v lišejníku *Hypogymnia physodes*



LOKALITY

1	Kamenec
2	Zadní Plech
3	Medvědí
4	Přední Žalý
5	Přední Planina
6	Rejdiště
7	Liščí jáma
8	Kulová hora
9	Prostřední hora
10	Černá hora
11	Kraví hora
12	Rýchory

STANDARDIZACE PODMÍNEK

(1) Životní podmínky pro lišejníky

- a) substrát
- b) světelné poměry
- c) dostupnost vody

(2) Přístup imisí k lišejníkům

