



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.

Ekotoxikologie terestrického ekosystému



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum
toxických látek



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Ekotoxikologie terestrického ekosystému



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

1. Úvod do ekotoxikologie terestrického ekosystému
2. Toxikant v terestrickém ekosystému
3. Biosystém ve vztahu k toxikantu
4. Expozice terestrického ekosystému
5. Osud toxikantů v terestrickém ekosystému
6. Účinky toxikantu na úrovni organismu
7. Účinky toxikantů na úrovni populace
8. **Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – energie, hmota**
9. Účinky toxikantů na úrovni ekosystému – řízení, vývoj
10. Metodika ekotoxikologického výzkumu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚČINEK

Jezero Griffin, Florida, USA



Jezero Griffin, Florida, USA



v roce 1997 hromadný úhyn aligátorů

Aligátor americký
(*Aligator mississippiensis*)



Příčiny úhynů

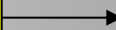
výstavba v okolí jezera

Příčiny úhynů

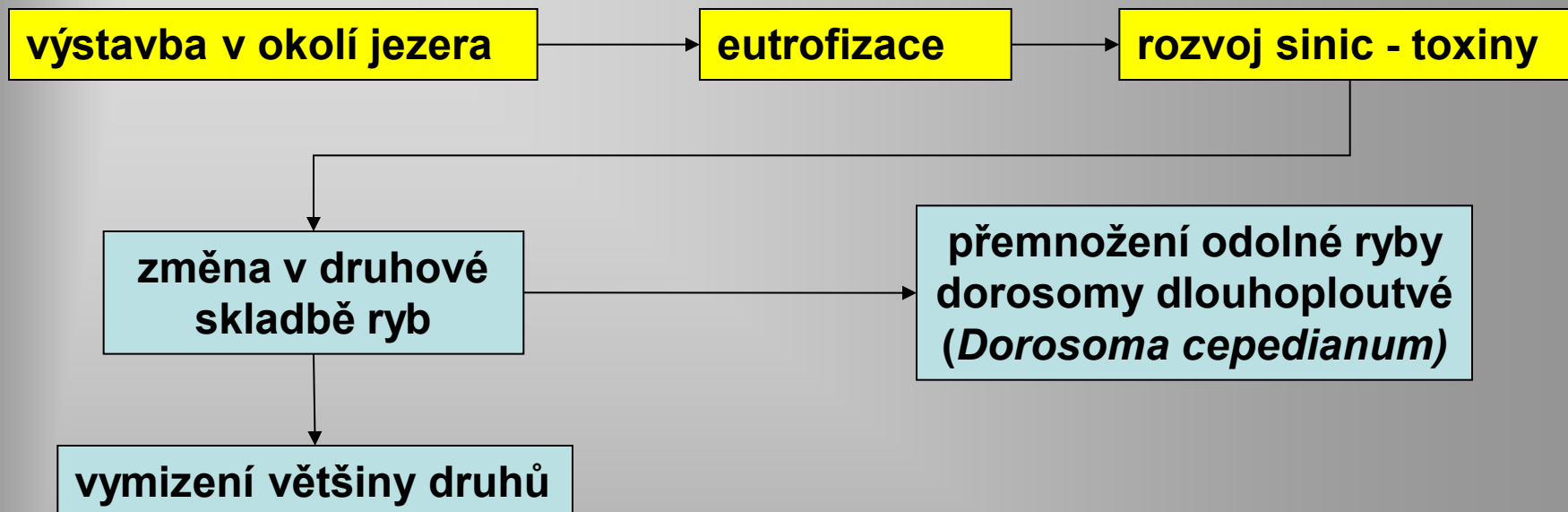
výstavba v okolí jezera

eutrofizace

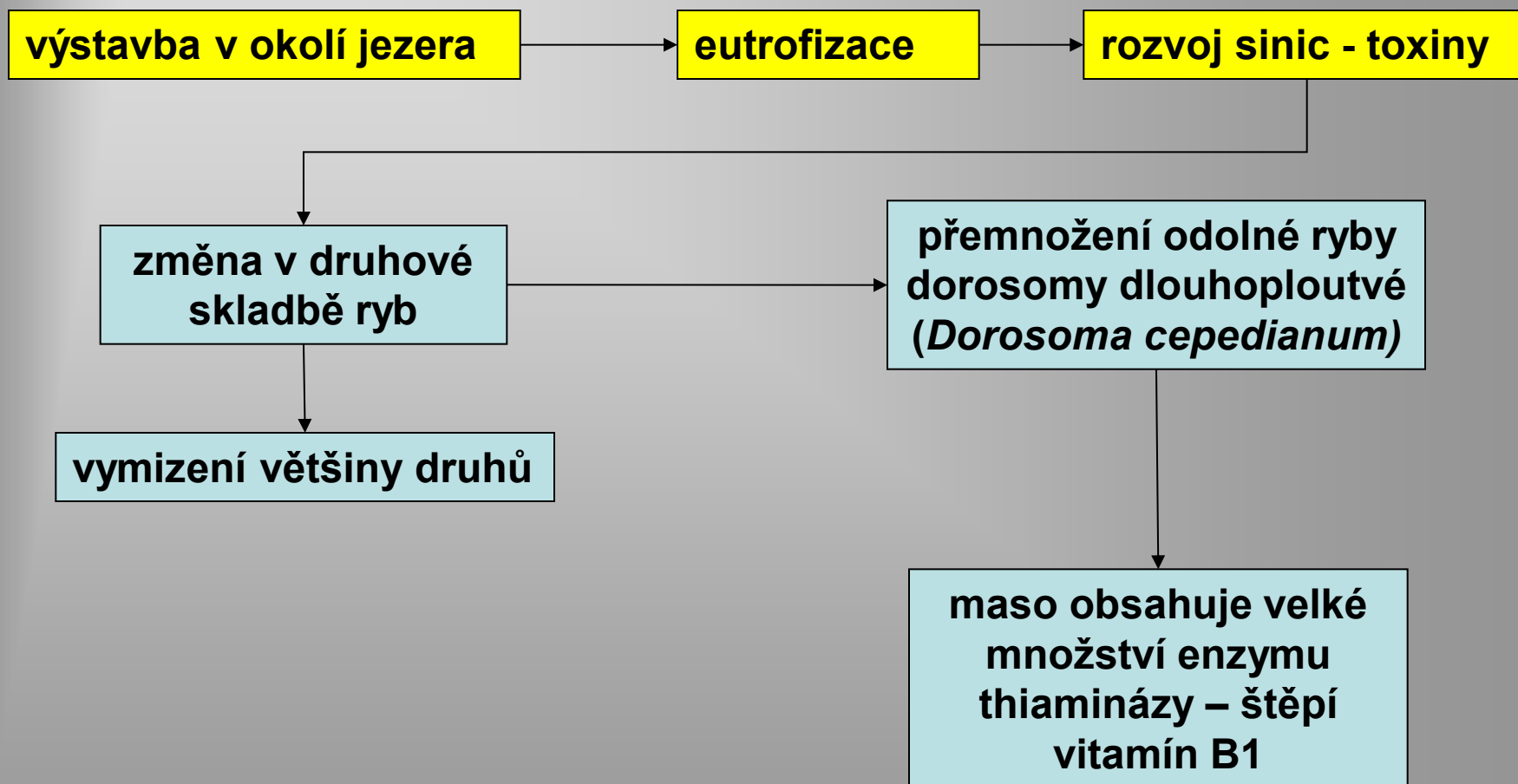
rozvoj sinic - toxiny



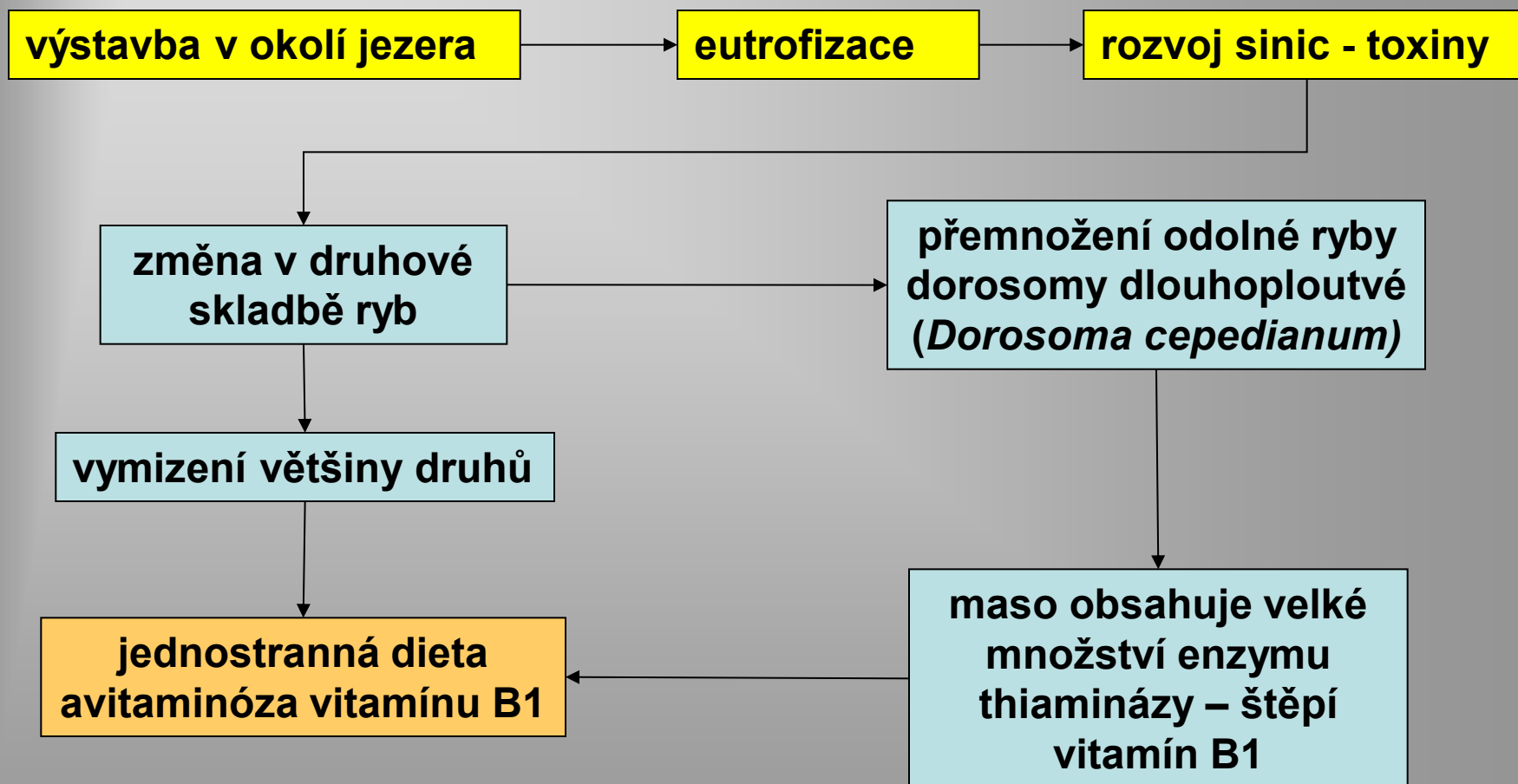
Příčiny úhynů



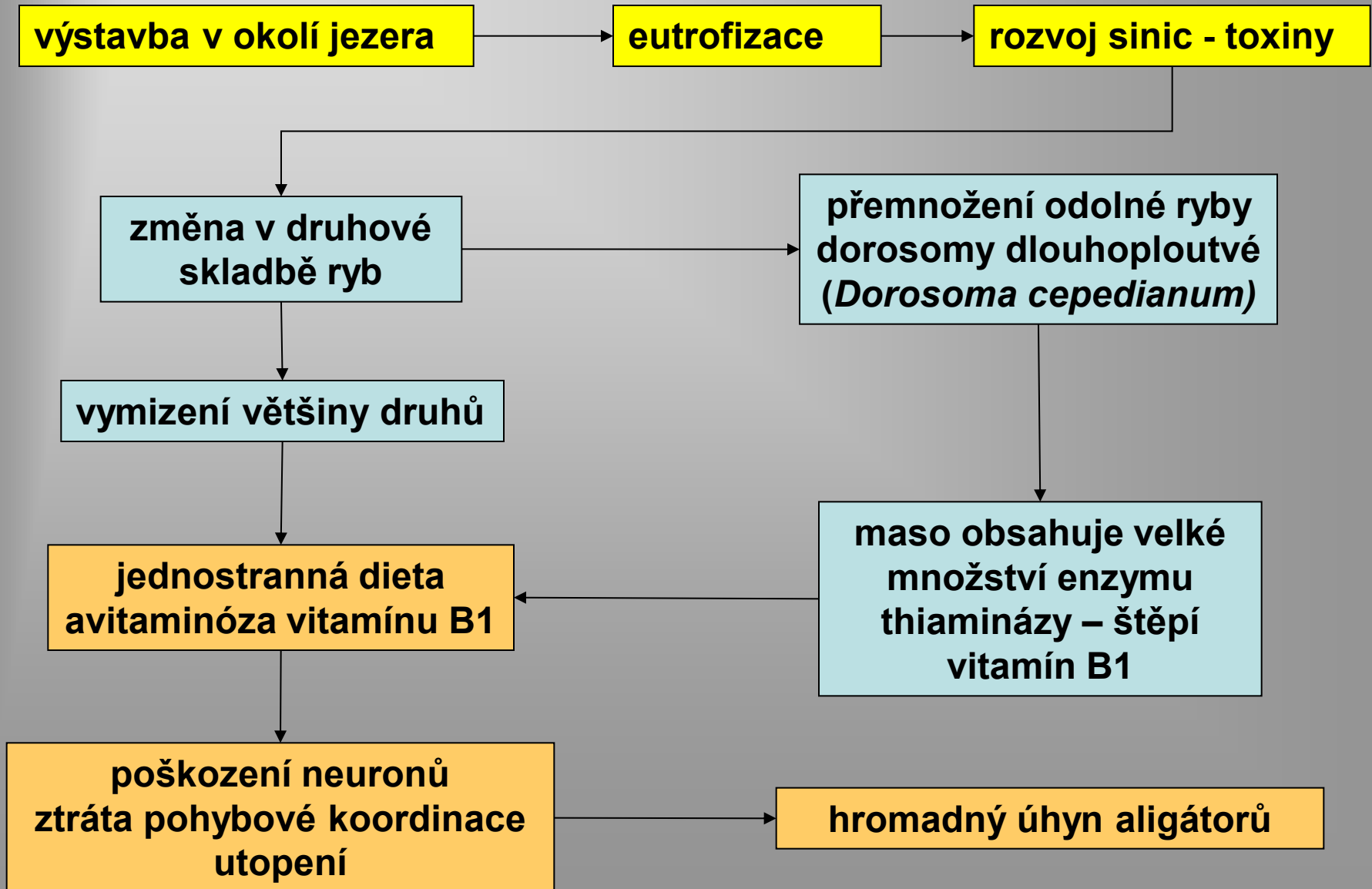
Příčiny úhynů



Příčiny úhynů



Příčiny úhynů



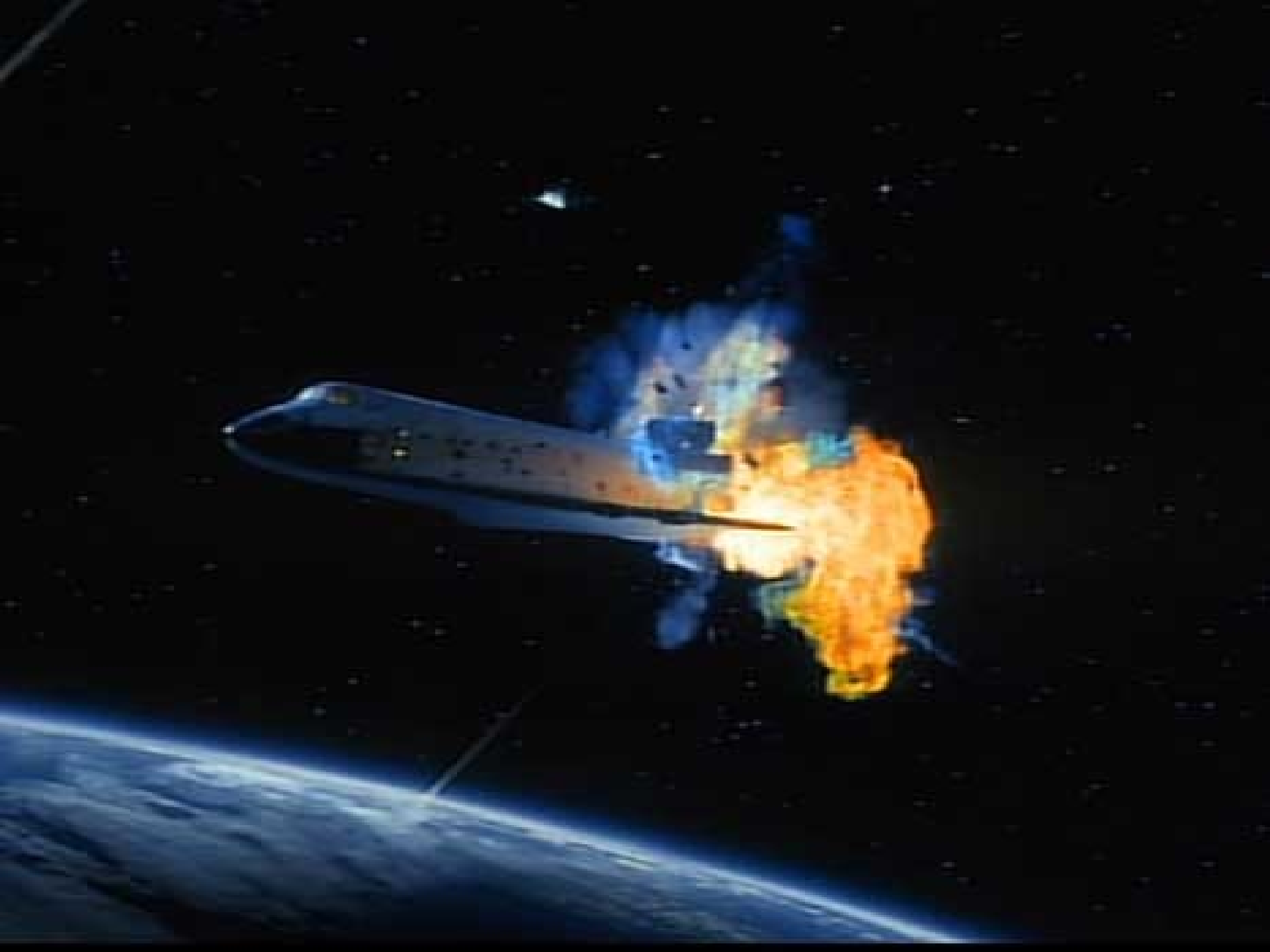
výstavba v okolí jezera



hromadný úhyn aligátorů

8.1.

TOK ENERGIE









OBEČNÉ ZÁKONITOSTI

1. termodynamický zákon

Princip zachování a přeměny energie:

- energie nevzniká ani nezaniká,
pouze se přeměňuje z jedné formy do druhé

2. termodynamický zákon

Entropie

= míra neuspořádanosti soustavy

vysoká entropie = velká neuspořádanost, chaos
nízká entropie = vysoká organizovanost

2. termodynamický zákon

Entropie

= míra neuspořádanosti soustavy

vysoká entropie = velká neuspořádanost, chaos
nízká entropie = vysoká organizovanost

ŽIVÉ ORGANISMY:

- vysoce organizované soustavy

⇒ mají nízkou entropii

2. termodynamický zákon

Princip samovolného růstu entropie:

- bez dodávání energie samovolně roste entropie soustavy (= klesá její organizovanost)

2. termodynamický zákon

Princip samovolného růstu entropie:

- bez dodávání energie samovolně roste entropie soustavy (= klesá její organizovanost)
⇒ živé organismy bez neustálé dodávky energie nejsou schopny udržet svoji organizovanost
= nejsou schopny existence

2. termodynamický zákon

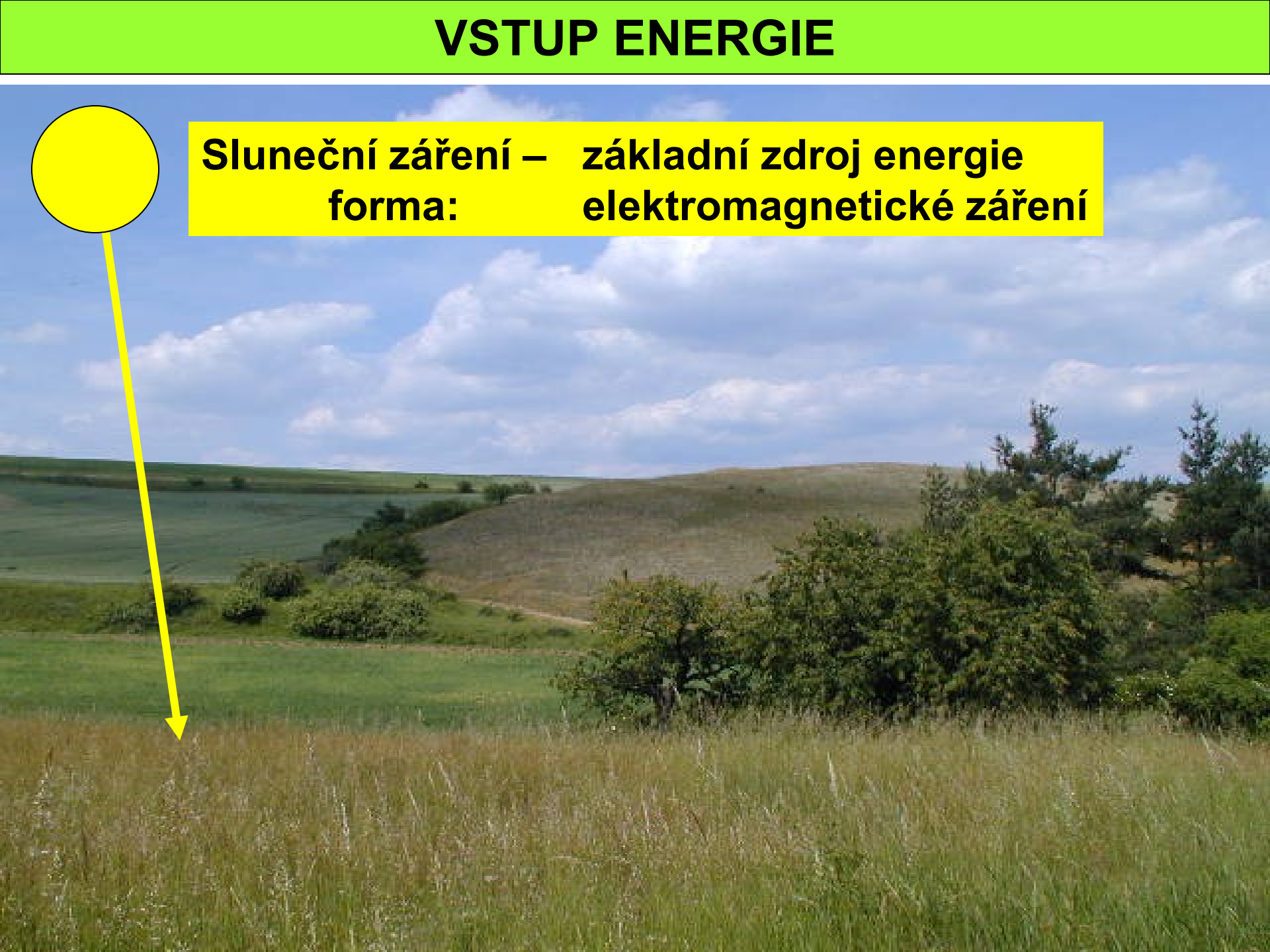
Princip samovolného růstu entropie:

- bez dodávání energie samovolně roste entropie soustavy (= klesá její organizovanost)
⇒ živé organismy bez neustálé dodávky energie nejsou schopny udržet svoji organizovanost
= nejsou schopny existence
- při každé přeměně energie se část přemění do formy tepla

TOK ENERGIE V EKOSYSTÉMU

VSTUP ENERGIE


Sluneční záření – základní zdroj energie
forma: elektromagnetické záření



FOTOSYNTÉZA



**Sluneční záření – základní zdroj energie
forma: elektromagnetické záření**



**Rostliny – FOTOSYNTÉZA = přeměna
energie elektromagnet. záření na energii chemické vazby
Sumární rovnice: oxid uhličitý + voda → cukr + kyslík**

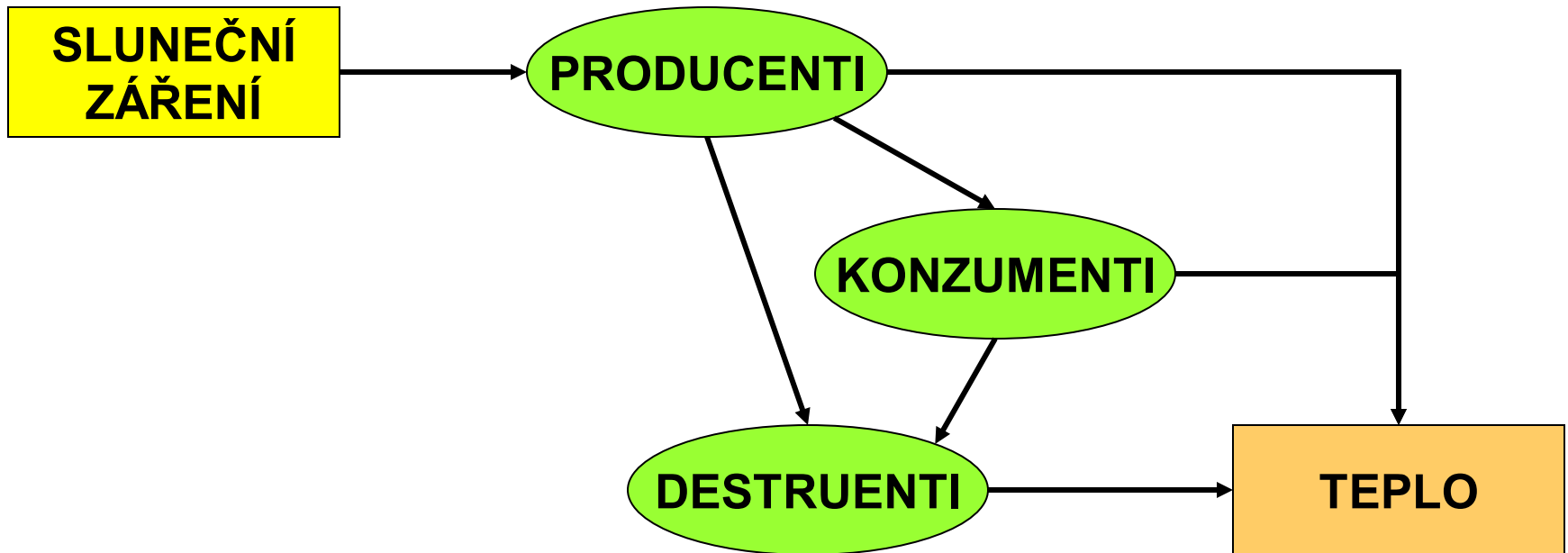
KONZUMENTI

vstup do potravních řetězců



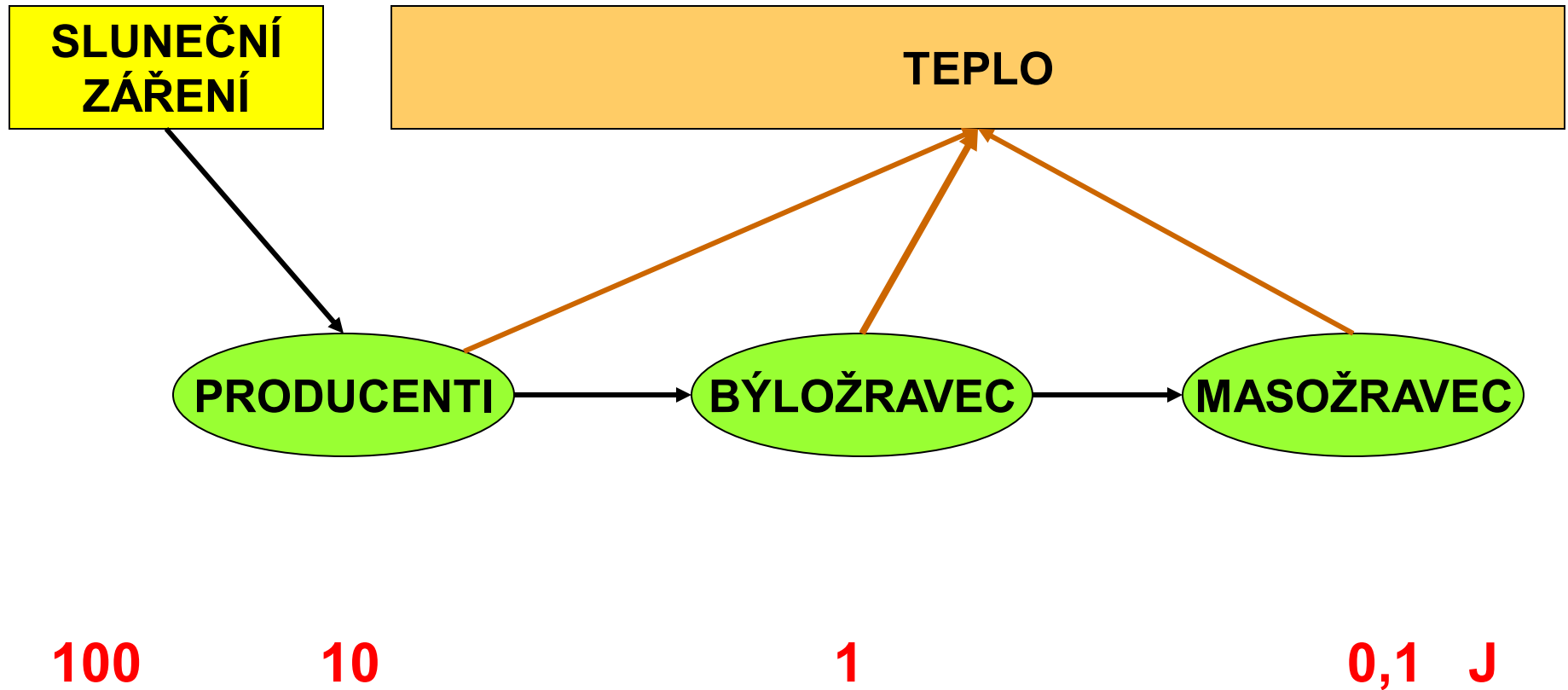
Rostliny – základní zdroj energie pro ostatní organismy
forma energie = energie chemické vazby
obsažená v organické rostlinné hmotě

TOK ENERGIE A KOLOBĚH HMOTY



JEDNOSMĚRNÝ TOK ENERGIE

ÚČINNOST PŘEMĚNY ENERGIE

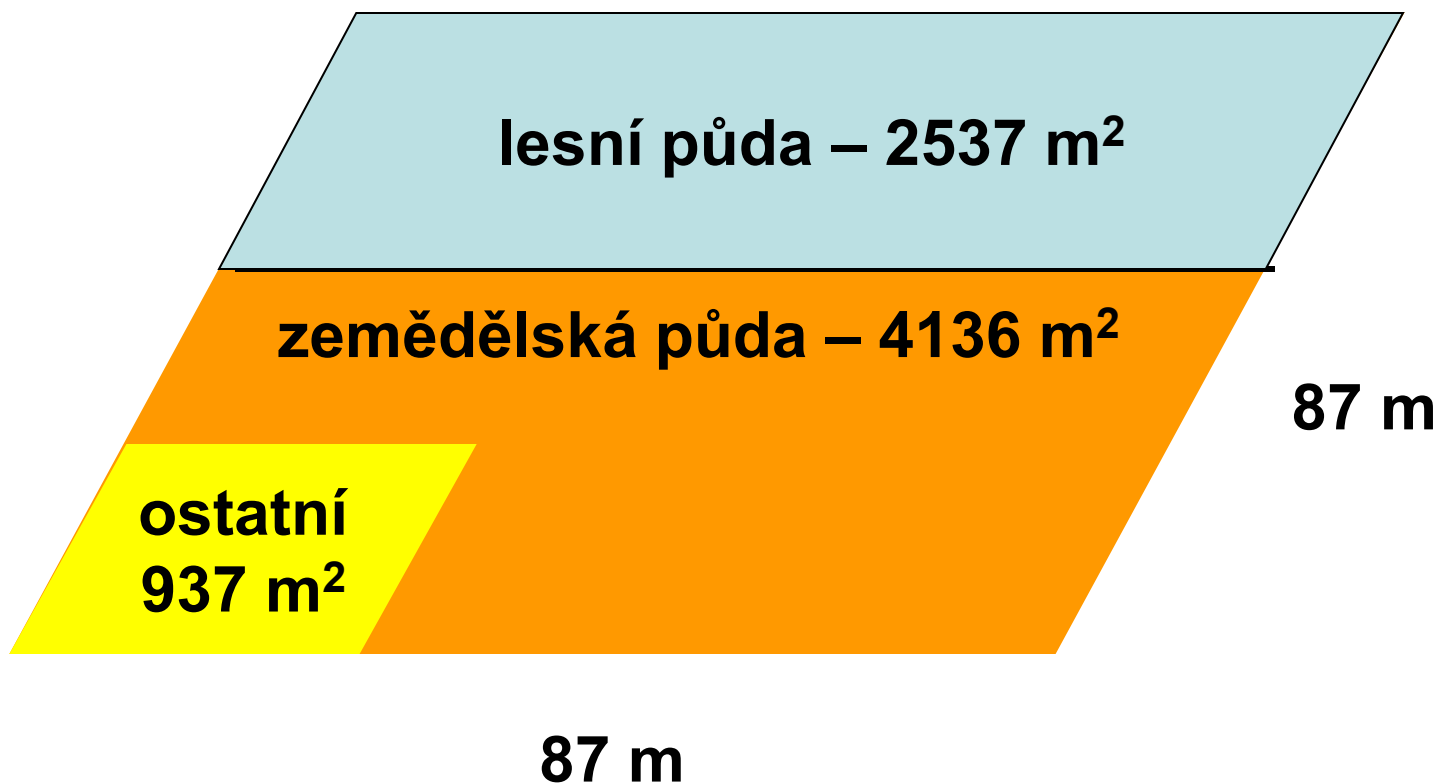


Řádová účinnost

– v každém stupni se ztratí ve formě tepla cca 90 % energie

PRŮMĚRNÝ KOUSEK ČESKÉ REPUBLIKY

NA KAŽDÉHO OBYVATELE PŘIPADÁ CCA 7610 m²



Vliv na producenty

- a) zásah dominantních producentů**
 - převážná část toku energie je realizována malým počtem druhů**

Vliv na producenty

a) zásah dominantních producentů

- převážná část toku energie je realizována malým počtem druhů**
- zásah může vést k rozpadu celého ekosystému**

VIETNAMSKÁ VÁLKA



APLIKACE HERBICIDŮ VE VIETNAMSKÉ VÁLCE

Vietnamská válka:

1964 - začátek námořními incidenty v Tonkinském zálivu

1973 - konec podepsáním Pařížských dohod

K podpoře vojenských akcí použily USA velkoplošné aplikace herbicidů a defoliantů - celkem shozeno cca 90 000 t

APLIKACE HERBICIDŮ VE VIETNAMSKÉ VÁLCE

Vietnamská válka:

1964 - začátek námořními incidenty v Tonkinském zálivu

1973 - konec podepsáním Pařížských dohod

K podpoře vojenských akcí použily USA velkoplošné aplikace herbicidů a defoliantů - celkem shozeno cca 90 000 t

3 základní typy bojových látek:

- **Agent Orange - směs 1 : 1**
 - 2,4 - D (2,4 – dichlorfenoxyoctová kyselina)**
 - 2,4,5 - trichlorfenoxyoctová kyselina**
 - obsahoval vyšší obsahy 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin**
- **Agent White**
 - 2,4 - D + picloram**
- **Agent Blue**
 - kyselina kakodylová**

APLIKACE HERBICIDŮ VE VIETNAMSKÉ VÁLCE

rozsah postižených ploch:

- **cca 10 % rozlohy deštných pralesů**
- **cca 35 % rozlohy mandragových lesů**
- **cca 3 % rozlohy obdělávané půdy**

APLIKACE HERBICIDŮ VE VIETNAMSKÉ VÁLCE

rozsah postižených ploch:

- cca 10 % rozlohy deštných pralesů
- cca 35 % rozlohy mandragových lesů
- cca 3 % rozlohy obdělávané půdy

dodnes patrné důsledky:

- pomalý zpětný růst v místech, která byla postříkána 3x - 4x
- rapidní další pokles úrodnosti půdy tam, kde došlo k přeměně lesů na travnaté plochy a bambusové lesy ⇒ pomalá a omezená možnost diverzifikované rekolonizace

APLIKACE HERBICIDŮ VE VIETNAMSKÉ VÁLCE

rozsah postižených ploch:

- cca 10 % rozlohy deštných pralesů
- cca 35 % rozlohy mandragových lesů
- cca 3 % rozlohy obdělávané půdy

dodnes patrné důsledky:

- pomalý zpětný růst v místech, která byla postříkána 3x - 4x
- rapidní další pokles úrodnosti půdy tam, kde došlo k přeměně lesů na travnaté plochy a bambusové lesy ⇒ pomalá a omezená možnost diverzifikované rekolonizace
- radikální pokles počtu živočichů
- dlouhodobé riziko teratogenních a karcinogenních účinků na živočichy a lidi

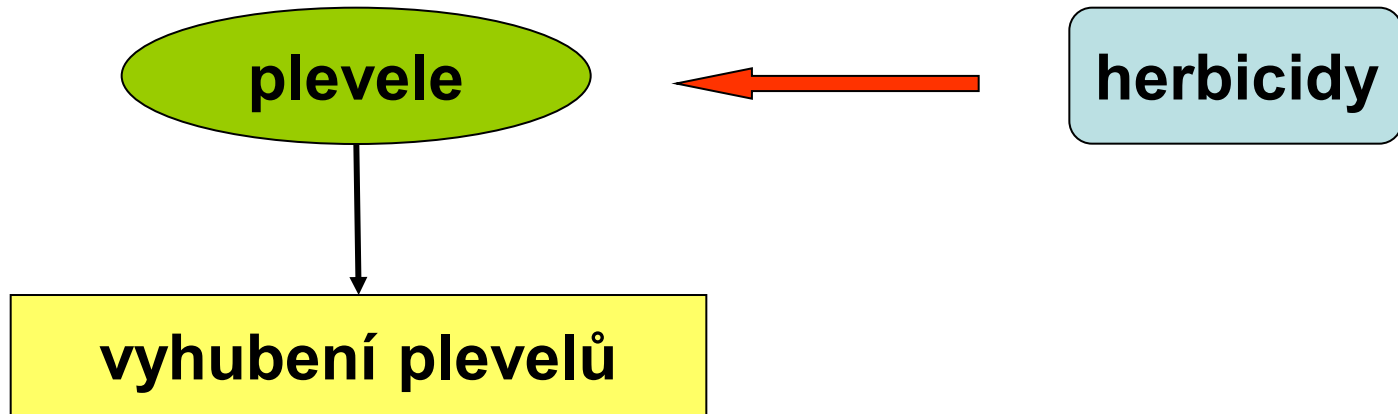
b) zásah sekundárních producentů

- cíl aplikací herbicidů proti plevelům**
- základním předpokladem je selektivnost herbicidu**

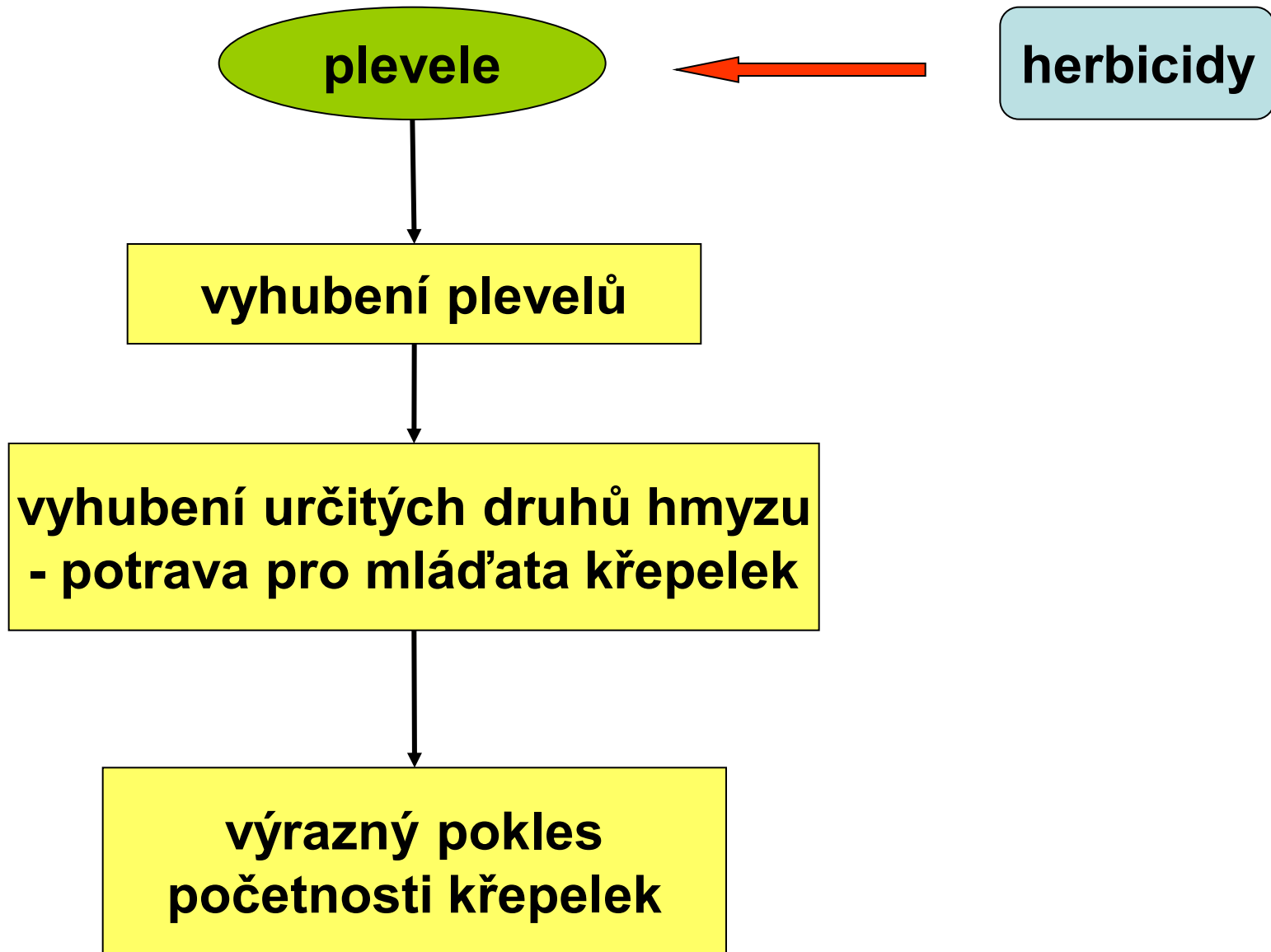


Plevele

Vliv na producenty



Vliv na producenty



Vliv na konzumenty

- základní cíl při aplikaci pesticidů v zemědělství
- řada negativních vlivů v důsledku:
 - * nespecifického působení
př. hubení včelstev při aplikaci insekticidů

Vliv na konzumenty

- základní cíl při aplikaci pesticidů v zemědělství

- řada negativních vlivů v důsledku:

* nespecifického působení

př. hubení včelstev při aplikaci insekticidů

* přenosu v potravním řetězci

př. Anglie, 1959-61, aplikace heptachloru použit k moření
osiva pšenice

⇒ velká úmrtnost ptactva (na rozloze cca 600 ha lesa
uhynulo 6000 holubů hřivnáčů

⇒ velká úmrtnost lišek po snědení 3 - 6 mrtvých holubů umíraly
do 1 - 2 týdnů

potravní řetězec: obilí - holub - liška

Vliv na destruenty

- především nepřímý vliv kontaminantů na půdní společenstva

GLOBALNÍ OTEPLOVÁNÍ



NORSKO



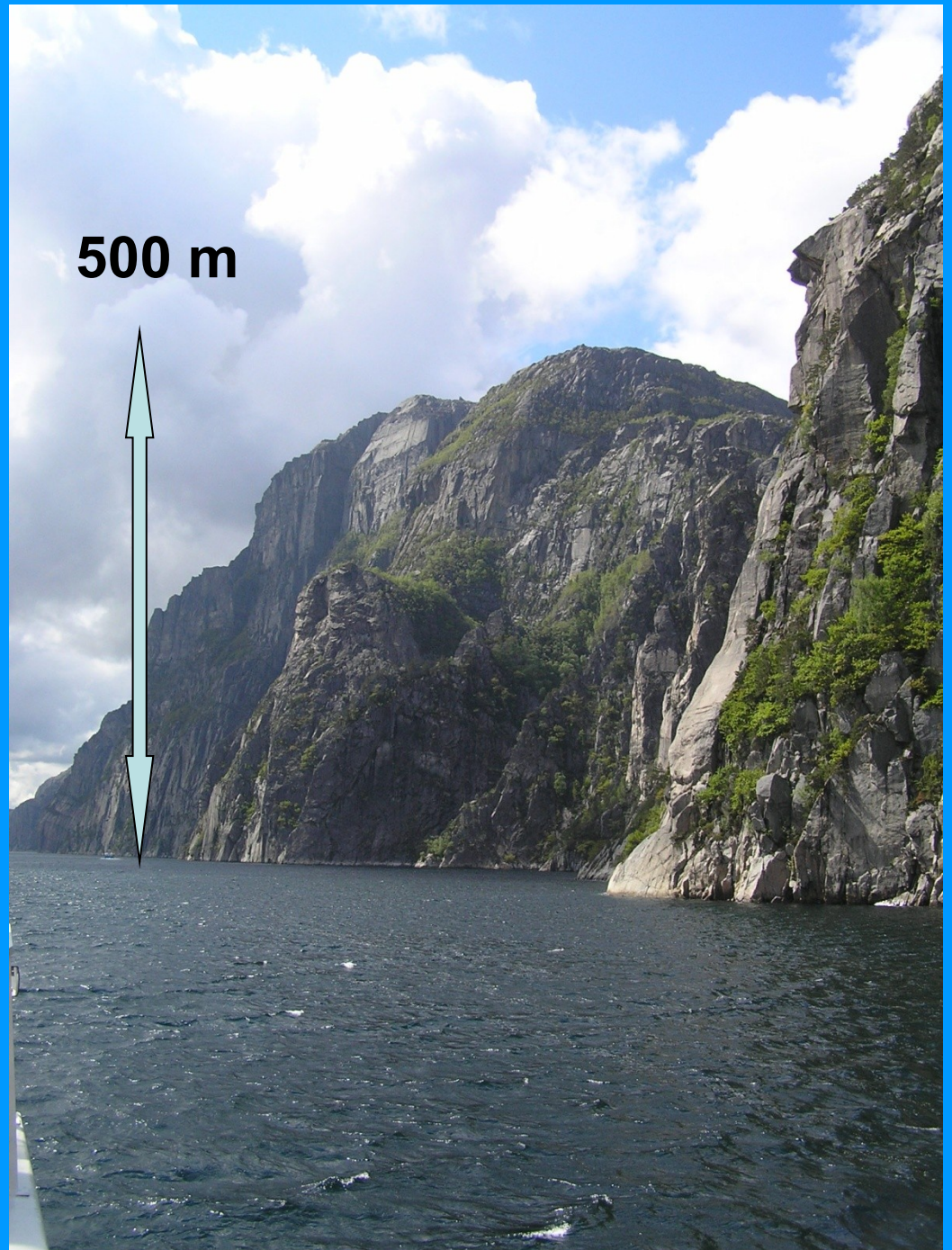
vrstva ledu výšky 2000 m

Doba ledová

A wide-angle photograph of a fjord. The water is dark blue with small, choppy waves. The mountains are steep and rocky, with some green vegetation on the lower slopes. The sky is bright blue with large, fluffy white clouds. The word "Fjordy" is written in yellow text in the bottom left corner.

Fjordy

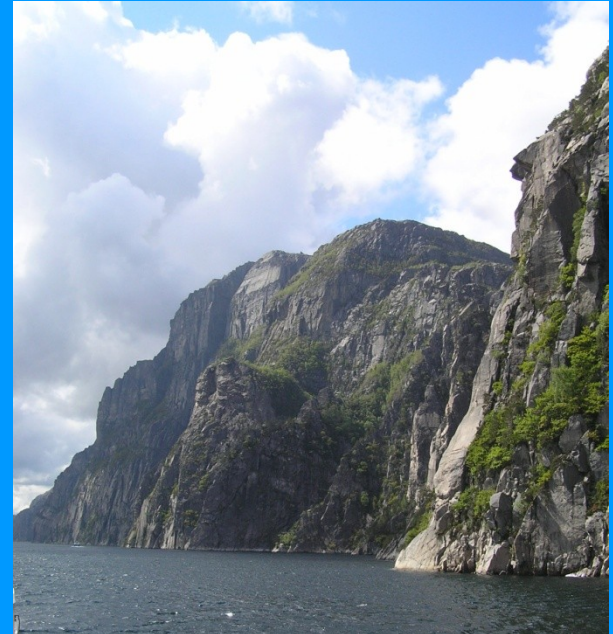
500 m



Fjordy

2000 m

Fjordy



Rozsah teplot

- **ve vesmíru rozsah v miliónech °C**
- **na Zemi relativně úzký rozsah**
 - **minimum cca – 75 °C východní Sibiř**
 - **maximum cca + 55 °C Libyjská poušť**

Rozsah teplot

Teplota – zásadně ovlivňuje vegetaci

**Příklad:
průměrná roční teplota**

hřebeny Krkonoš (2 °C)



jižní Morava (9 °C)



Radiačně aktivní plyny

Nejdůležitější:

- **oxid uhličitý**
- **metan**
- **oxid dusný**
- **halogenované uhlovodíky**
- **ozón**

Radiačně aktivní plyny

Základní vlastnosti jsou uvedeny v následující tabulce:

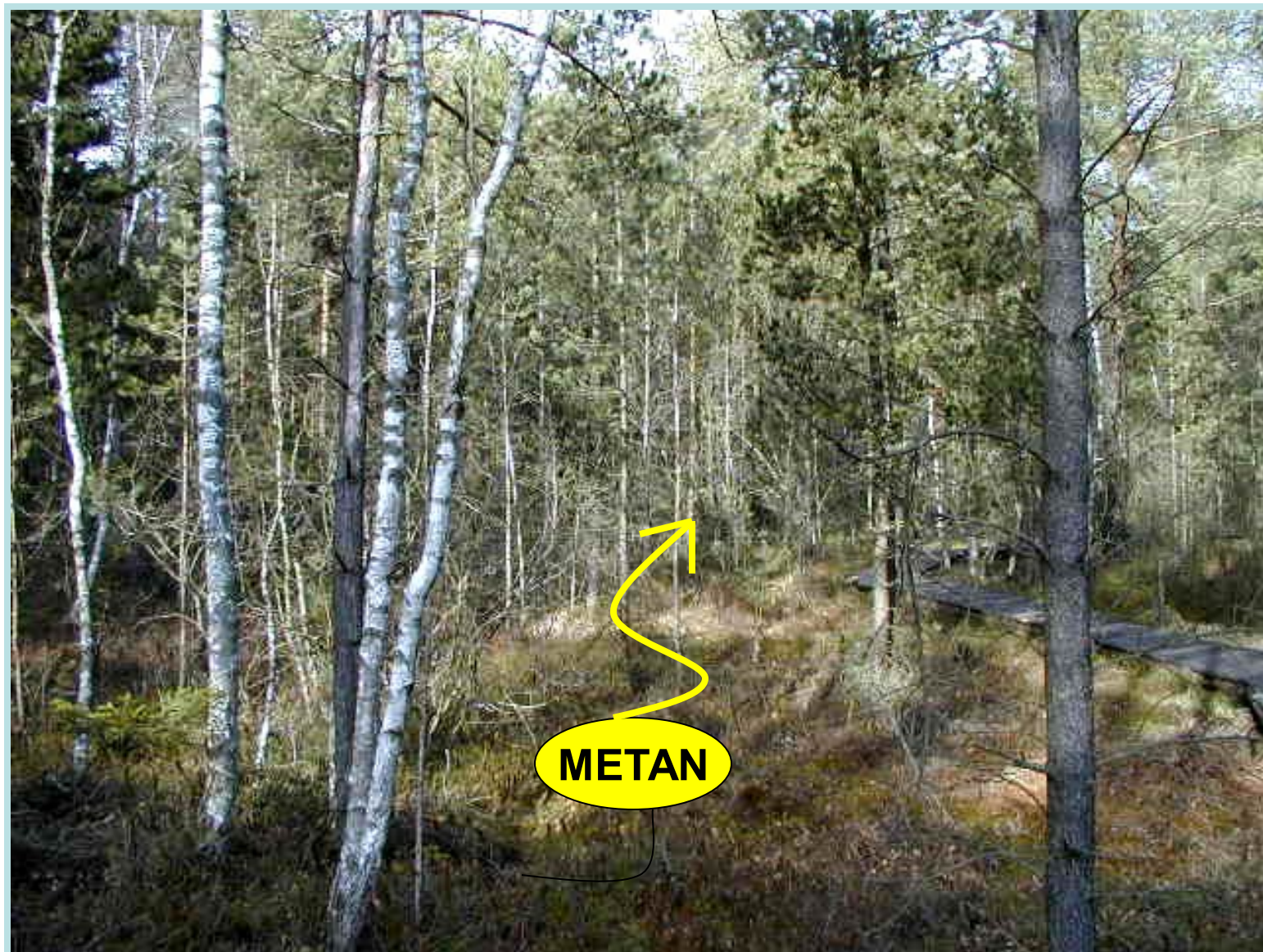
	CO₂	CH₄	N₂O	CFC-11	HCFC-22	CF₄
předindustriální konc.	280 ppm	700 ppb	275 ppb	0	0	0
koncentrace 1994	358 ppm	1720 ppb	312 ppb	268 ppt	110 ppt	72 ppt
přírůstek za rok	1,5 ppm	10 ppb	0,8 ppb	0	5 ppt	1,2 ppt
přírůstek za rok (%)	0,4	0,6	0,25	0	5	2
doba života v atmosféře (rok)	50 - 200	12	120	50	12	50 000

Global Warming Potential (GWP)

= potenciál plynů přispívat ke skleníkovému efektu
(ve srovnání s oxidem uhličitým)

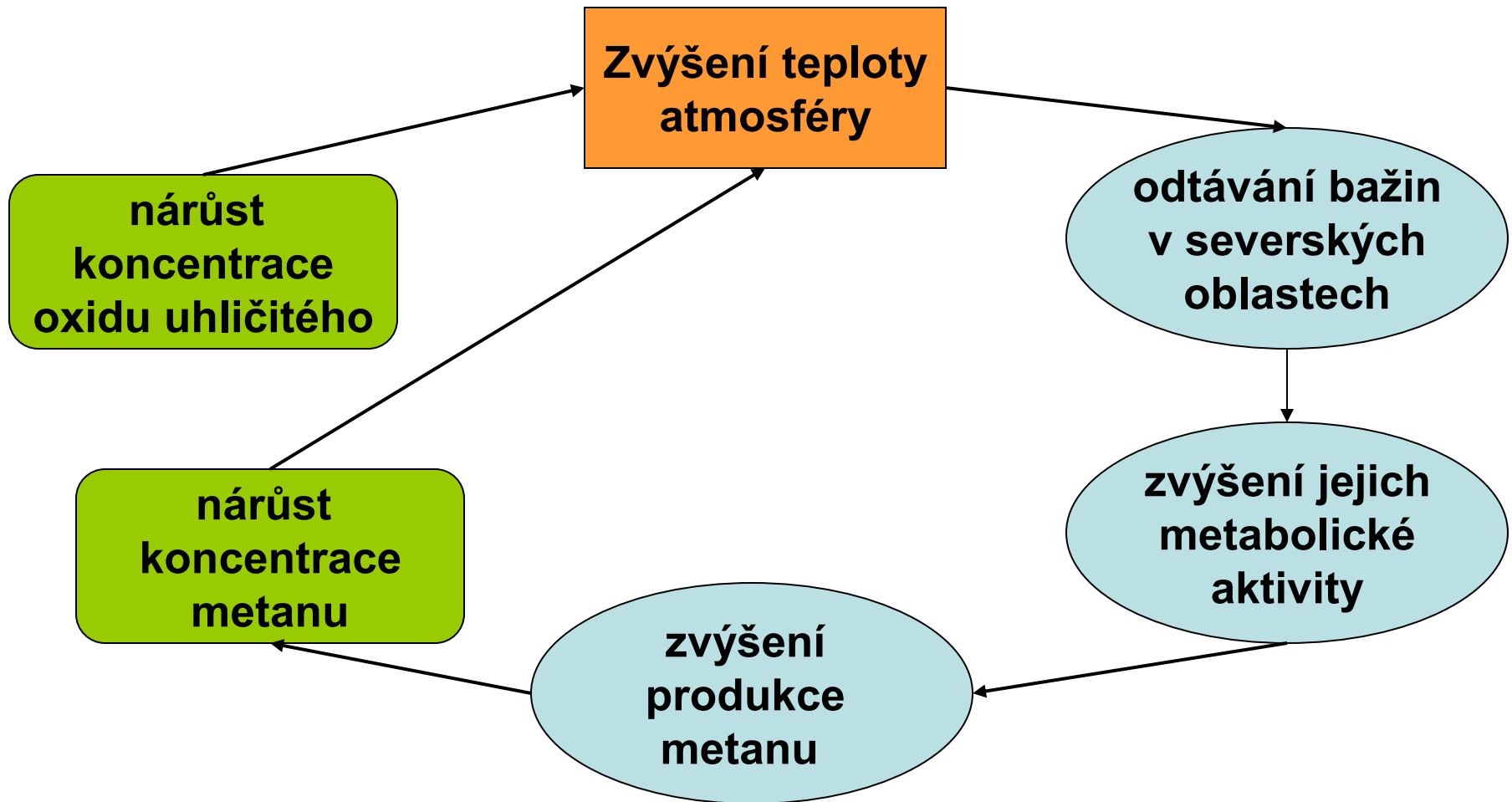
plyn	vzorec	GWP – 20 let	GWP – 100 let
oxid uhličitý	CO ₂	1	1
metan	CH ₄	56	21
oxid dusný	N ₂ O	280	310
HCF-23	CHF ₃	9 100	11 700
HCF-125	C ₂ HF ₅	4 600	2 800

RAŠELINIŠTĚ



RADIAČNĚ AKTIVNÍ PLYNY

Koncentrace skleníkových plynů se vzájemně ovlivňují



Příklad pozitivní zpětné vazby

8.2

KOLOBĚH HMOTY

BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY

KOLOBĚH HMOTY



Francouzské středohoří

KOLOBĚH HMOTY



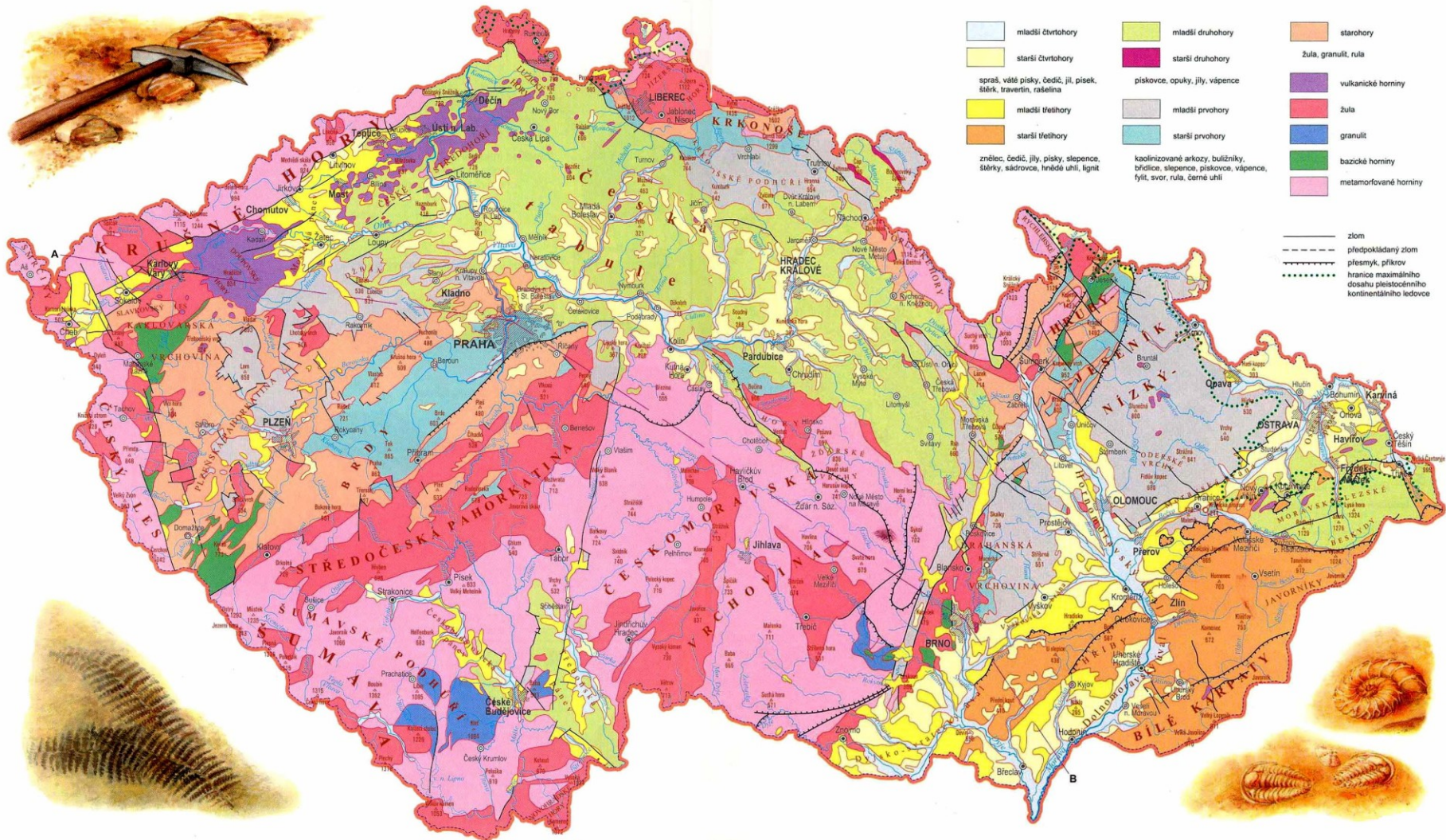
Francouzské středohoří

KOLOBĚH HMOTY



Francouzské středohoří

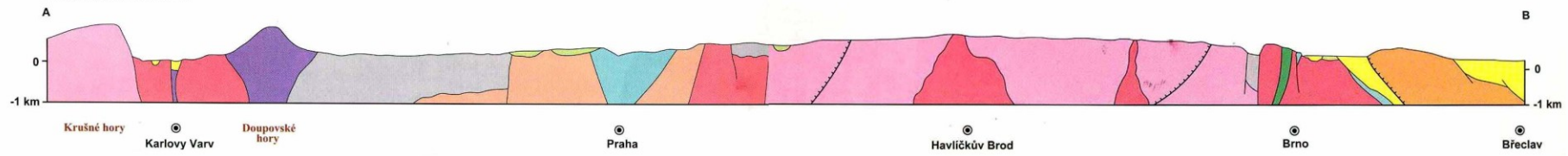
GEOLOGICKÁ MAPA ČR



- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-----------------------|
| | mladší čtvrtohory | | mladší druhohory | | starohory |
| | starší čtvrtohory | | starší druhohory | | žula, granit, rula |
| | språk, váte píský, čedič, jí, písek, štěrík, travertín, rašelina | | pískovcové, opuky, jíly, vápence | | vulkanické horniny |
| | mladší třetihory | | mladší prvohory | | žula |
| | starší třetihory | | starší prvohory | | granulit |
| | znělec, čedič, jíly, píský, slepence, štěrky, sádrovce, hnědé uhlí, lignit | | kaolinizované arkozy, bulžínky, břidlice, slepence, pískovcové, vápence, fylit, svor, rula, černé uhlí | | bazické horniny |
| | | | | | metamorfované horniny |

- zlom
- předpokládaný zlom
- hranice maximálního dosahu pleistocénního kontinentálního ledovce

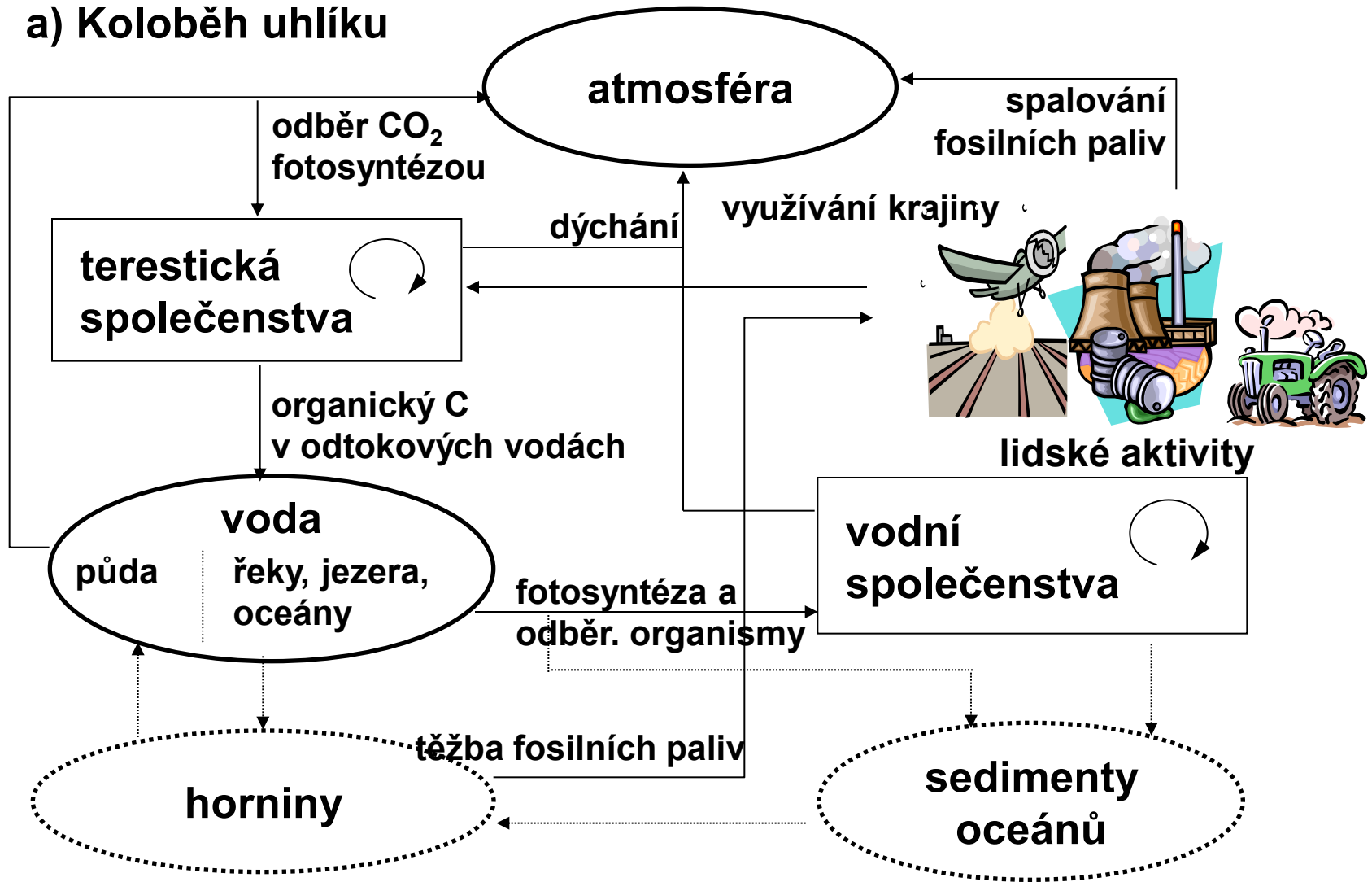
Geologický profil řezu A - B



BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY KOLOBĚH UHLÍKU

KOLOBĚH UHLÍKU

a) Koloběh uhlíku



(Begon, Harper, Wowsend: Ekologie, 1997)

C3 VLIV NA KOLOBĚH HMOTY

organismy se významně podílí na koloběhu hmoty na Zemi (biogeochemické cykly) ⇒ vliv kontaminantu na organismy se odráží i ve změnách koloběhu hmoty

teoreticky by bylo možné diskutovat koloběhy jednotlivých prvků - uvedeny budou pouze tyto příklady:

- koloběh organických látek**
- koloběh dusíku**

KOLOBĚH UHLÍKU

1. Koloběh organických látek

- hlavní koloběh živé hmoty, lze spojit s koloběhem uhlíku
- přímá vazba na tok energie v ekosystému
- 3 základní fáze:
 - * syntéza organických látek z anorganických
fotosyntéza - producenti
 - * transport a transformace organických látek
potravní řetězce - konzumenti
 - * rozklad organických látek na anorganické
probíhá v každém organismu - dýchání
specializovaná činnost - destruenti
- koloběh může být narušen v kterémkoliv stupni
- antropogenní narušení koloběhu uhlíku kontaminanty
 - * emise CO₂ a CO ze spalování fosilních paliv
 - * kontaminace mořské hladiny ropnými látkami

DOUBRAVA



DOUBRAVA



CELULOZA

- POLYSACHARID NA BÁZI GLUKOSY
- MOLEKULOVÁ VÁHA V ROZSAHU $10^5 - 10^6$
- MOLEKULA CELULOSY OBSAHUJE $10^3 - 10^4$ GLUKOSOVÝCH JEDNOTEK

- NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ ORGANICKÁ LÁTKA NA ZEMI
- ZÁKLADNÍ STAVEBNÍ PRVEK BUNĚČNÝCH STĚN ROSTLIN

- VELMI ŠPATNĚ STRAVITELNÁ PRO BÝLOŽRAVCE
- TRÁVĚNÍ V VĚTŠINĚ BÝLOŽRAVCŮ ZAJIŠŤUJÍ SYMBIOTICKÉ MIKROORGANISMY (BAKTERIE, PRVOCI)

PŘÍKLADY:

- SUDOKOPYTNÍCI – BACHOŘCI (PRVOCI)
- MRAVENCI r. *Atta* – HOUBY ROZKLÁDAJÍ PŘINESENÉ LISTÍ
- TERMITI – PRVOCI VE STŘEVĚ
(1 termitiště – 0,5 mil. jedinců - spotřebují 5 tun dřeva ročně)

BIOGEOCHEMICKÉ CYKLY KOLOBĚH DUSÍKU

KOLOBĚH DUSÍKU

2. Koloběh dusíku

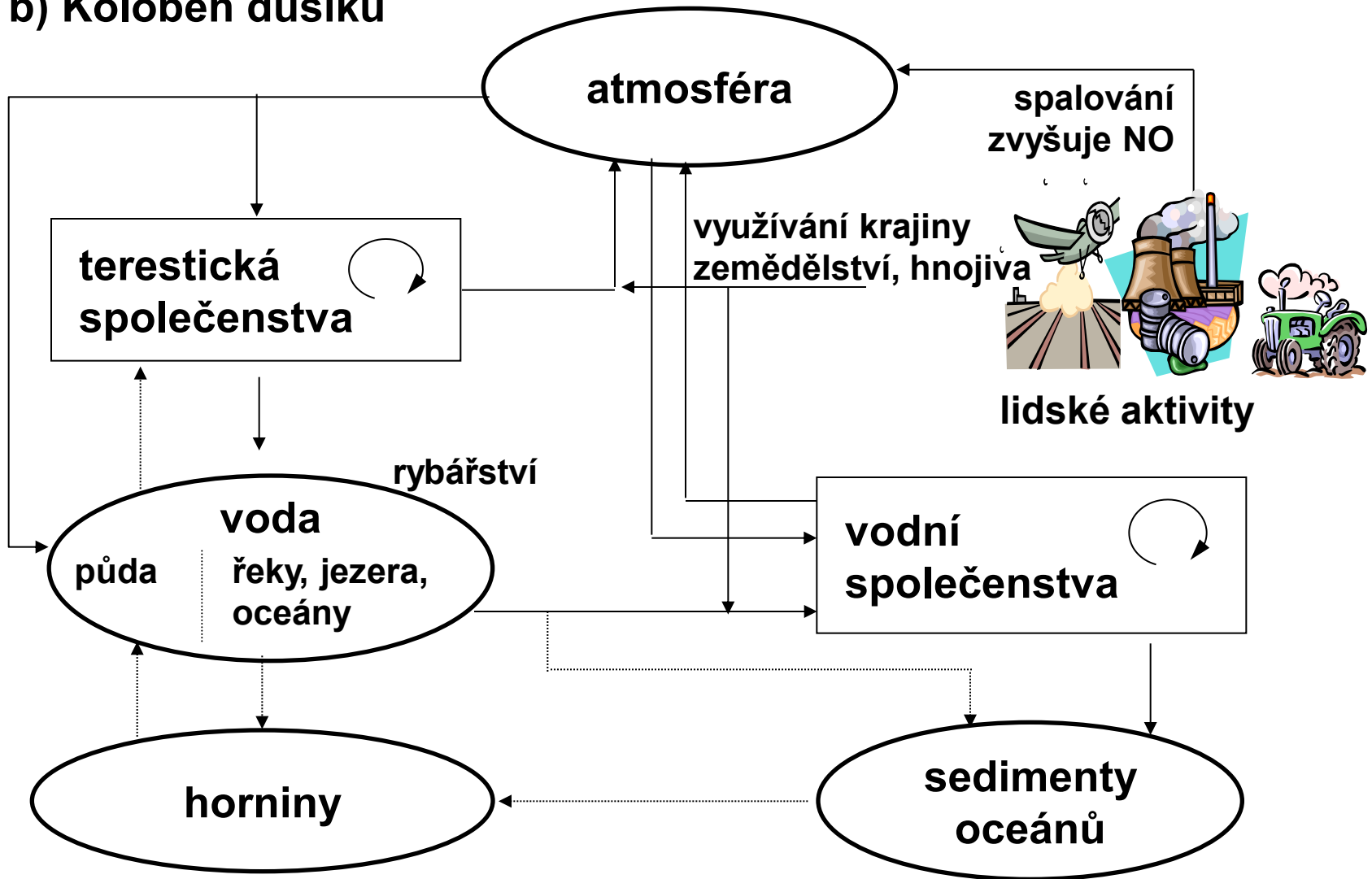
- **dusík - základní biogenní prvek (syntéza bílkovin), jeho dostupnost ovlivňuje složení celých společenstev (nitrofilní a nenitrofilní společenstva)**
- **přírozené obohacování půdy dusíkem - př. trnovník akát**
 - * **čeleď bobovité - symbióza s nitrogenními bakteriemi**
 - * **obohacování půdy sloučeninami dusíku ⇒
podpora nitrofilních společenstev**
 - * **vyučování fytoncidů ⇒ změny druhového složení podrostu**
 - * **expanzní dřevina, původ z Ameriky**
 - * **vytlačování přírodních společenstev v xerothermních obl.**
 - * **problémy např. CHKO Český kras**

KOLOBĚH DUSÍKU

- antropogenní obohacování půdy dusíkem
 - * emise ze spalovacích procesů, značný vliv dopravy
 - * aplikace průmyslových hnojiv
 - * pastviny s velkou koncentrací dobytka
 - * odpadní vody - čištění vsakováním
- sloučeniny dusíku budou patřit v dalších letech z nejvýznamnějším kontaminantů
 - * NH_4^+ , NO_3^- eutrofizace vod
 - * NO_x - nárůst dopravy, fytotox. efekt, smog, zdraví obyvatel
 - * NO skleníkový plyn

KOLOBĚH DUSÍKU

b) Koloběh dusíku



(Begon, Harper, Wowsend: Ekologie, 1997)

EUTROFIZACE

Biosférická rezervace UNESCO Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft





Práirodní rezervace - Niederspree



REVITALIZACE RYBNÍKŮ



umělé ostrovy



umělé ostrovy



rozšíření hrází



vodní květ sinic



oligotrofní vody

EUTROFIZACE

v terestrickém ekosystému

PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy

PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy

PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy

PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy

PASTVA V APLÍNSKÉM PÁSMU



Švýcarské Alpy

Krkonošské lesy



Vliv člověka na lesy

- 11. st.** první pronikání do hor
- 13. st.** kolonizace, mýcení lesů, vznik osad
hospodářský rozvoj – růst spotřeby dřeva

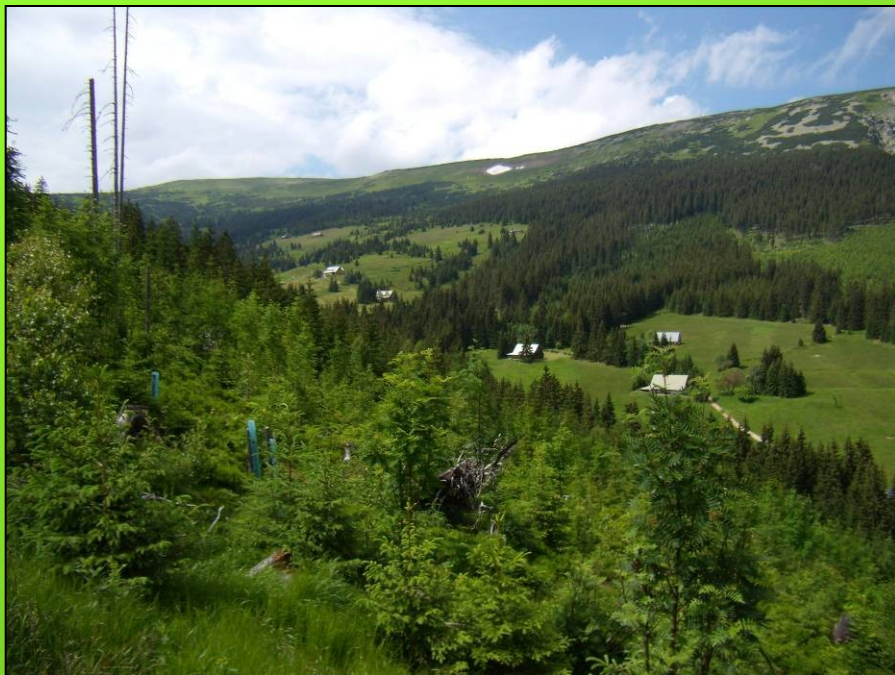
Vliv člověka na lesy

- 15. st. rozvoj hutnictví a sklářský – velká spotřeba dřeva, uhlířství**
- 16. st. kácení lesů pro Kutnohorské stříbrné doly**
 - holosečné kácení na stovkách hektarů**
 - za 40 let vytěženo přes 5000 ha ve východních Krkonoších**
 - plavení dřeva po Labi**



Vliv člověka na lesy

17.st. rozvoj budního hospodářství (maximum 18. a 19.st.)





BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ 17. – 19. STOLETÍ

- **Počátek 19. stol**
 - asi 2 600 bud
 - 20 000 ks hovězího dobytka
 - 10 000 ks koz

KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

Důsledky:

- vykácení 30% ploch kleče
- pohyb dobytka - destrukce původního pokryvu

KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

Důsledky:

- vykácení 30% ploch kleče
- pohyb dobytka - destrukce původního pokryvu
- hnojení (statková i průmyslová hnojiva) - eutrofizace
- odnímání organické hmoty - ochuzování půd
- vznik komunikací - změna vodního režimu
- zásadní změny v koloběhu hmoty (N, P, voda)

KRKONOŠE – BUDNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

Důsledky:

- vykácení 30% ploch kleče
- pohyb dobytka - destrukce původního pokryvu
- hnojení (statková i průmyslová hnojiva) - eutrofizace
- odnímání organické hmoty - ochuzování půd
- vznik komunikací - změna vodního režimu
- zásadní změny v koloběhu hmoty (N, P, voda)

- změny druhové skladby rostlin a živočichů

dnešní horské louky se vzácnými rostlinami (violka sudetská, zvonek český, jestřábník oranžový) – jsou důsledkem hospodářské činnosti

Vliv člověka na lesy

- 18.st.** velký nedostatek dřeva – nárůst obyvatel a průmyslu
+ vichřice + následné kalamity kůrovce
nové zásady lesního hospodářství – pasečný způsob
přibývání monokultur smrku
- 19.st.** preference smrku jako ekonomicky výhodné dřeviny



Vliv člověka na lesy

20.st. nárůst imisní zátěže, imisní kalamity (od 1970)



Vliv člověka na lesy

21.st. ???



EUTROFIZACE RAŠELINIŠŤ



EUTROFIZACE HORSKÝCH EKOSYSTÉMŮ

př. VYSOKÉ TATRY – TOMANOVÁ DOLINA

NEDOSTATEK ŽIVIN (N) + KLIMATICKÉ PODMÍNKY

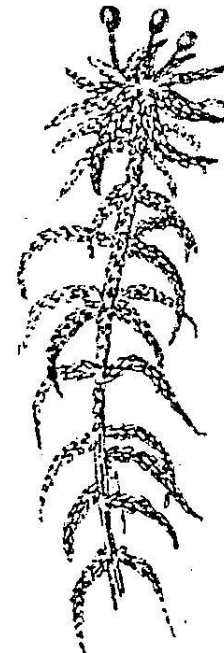
POMALÉ MIKROBIOLOGICKÉ PROCESY

HROMADĚNÍ VRSTEV
RAŠELNÍKU (až 60 cm vrstvy)
(společenstvo *Sphagno-Empetrum*)

NÁHRADA

ROSTL. SPOLEČENSTVA
Oreochloetum distichae

LIKVIDACE



EMISE

KYSELÉ
DEŠTĚ

ZVÝŠENÝ
PŘÍSUN
DUSÍKU

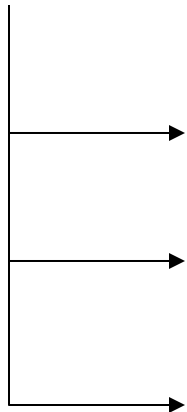
URYCHLENÍ
ROZKLAD.
PROCESŮ



ROSTL. SPOLEČENSTVA
Oreochloetum distichae



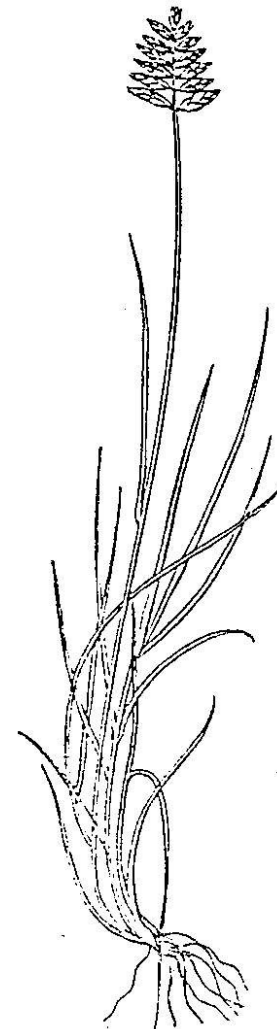
ZMĚNA HYDROLOGICKÝCH POMĚRŮ



RETENČNÍ SCHOPNOSTI

LETNÍCH PRŮTOKŮ

POVODNÍ



→ **ZMĚNY V DEKOMPOZIČNÍM ŘETĚZCI**

společenstvo
CALAMAGROSTIS VILLOSAE

KYSELÉ DEŠTĚ

PŘÍSUN DUSÍKU

ZVÝŠENÁ PRIMÁRNÍ PRODUKCE

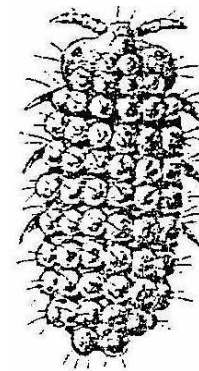
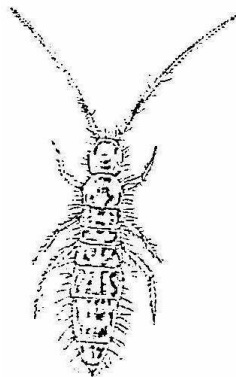
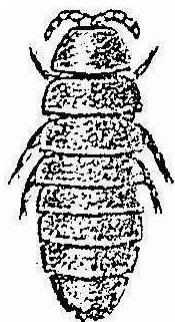
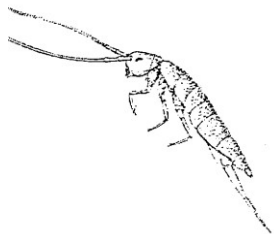
ZVÝŠENÝ ODPAD

NÁRŮST POČETNOSTI PŮDNÍ FAUNY



př. CHVOSTOSKOCI

rok	počet jedinců [jedn/m ²]	počet druhů
1977	80 000	12
1990	300 000	24



Posuzování vlivů na životní prostředí



Centrum pro výzkum
toxických látek



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky