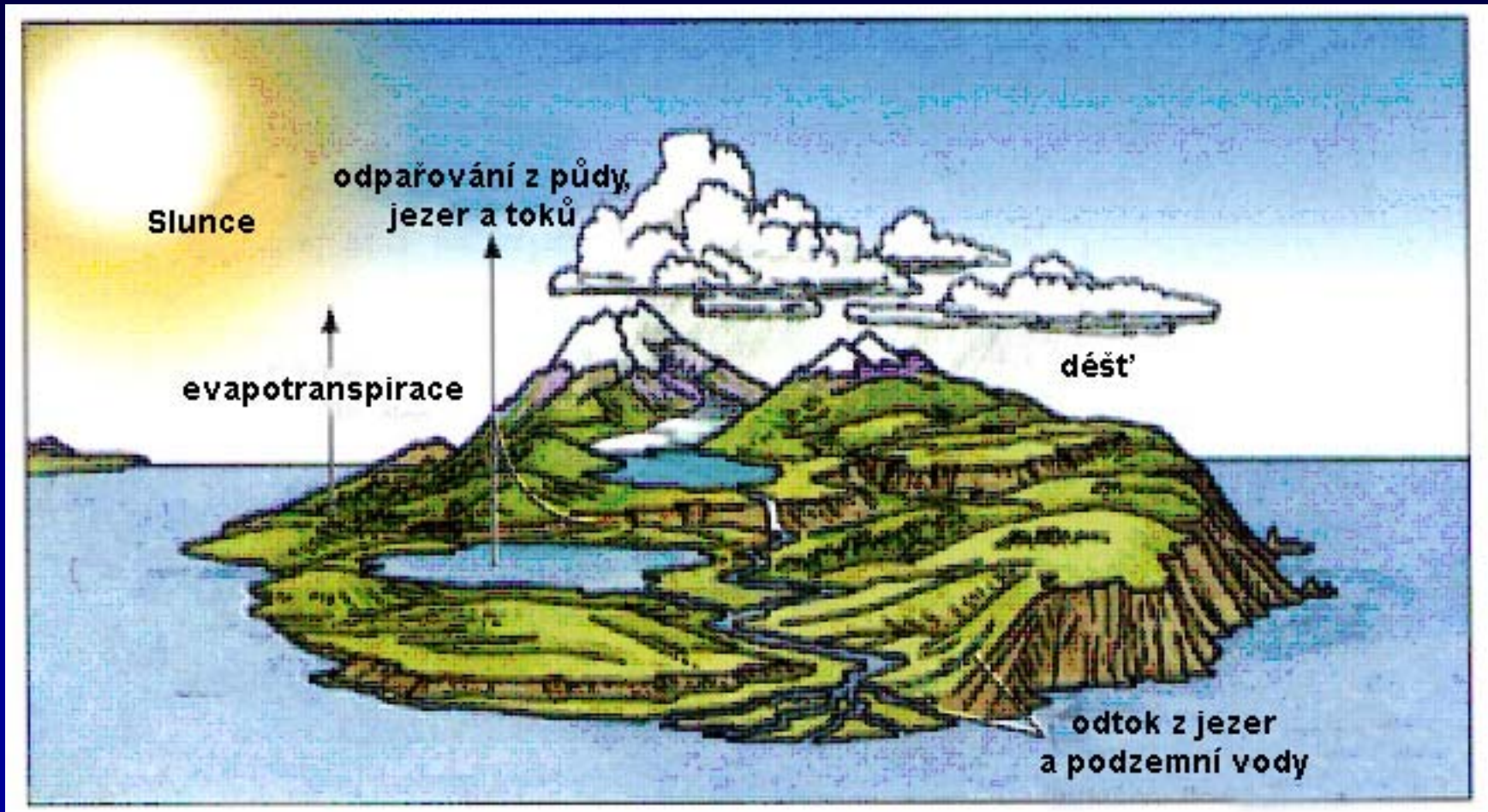


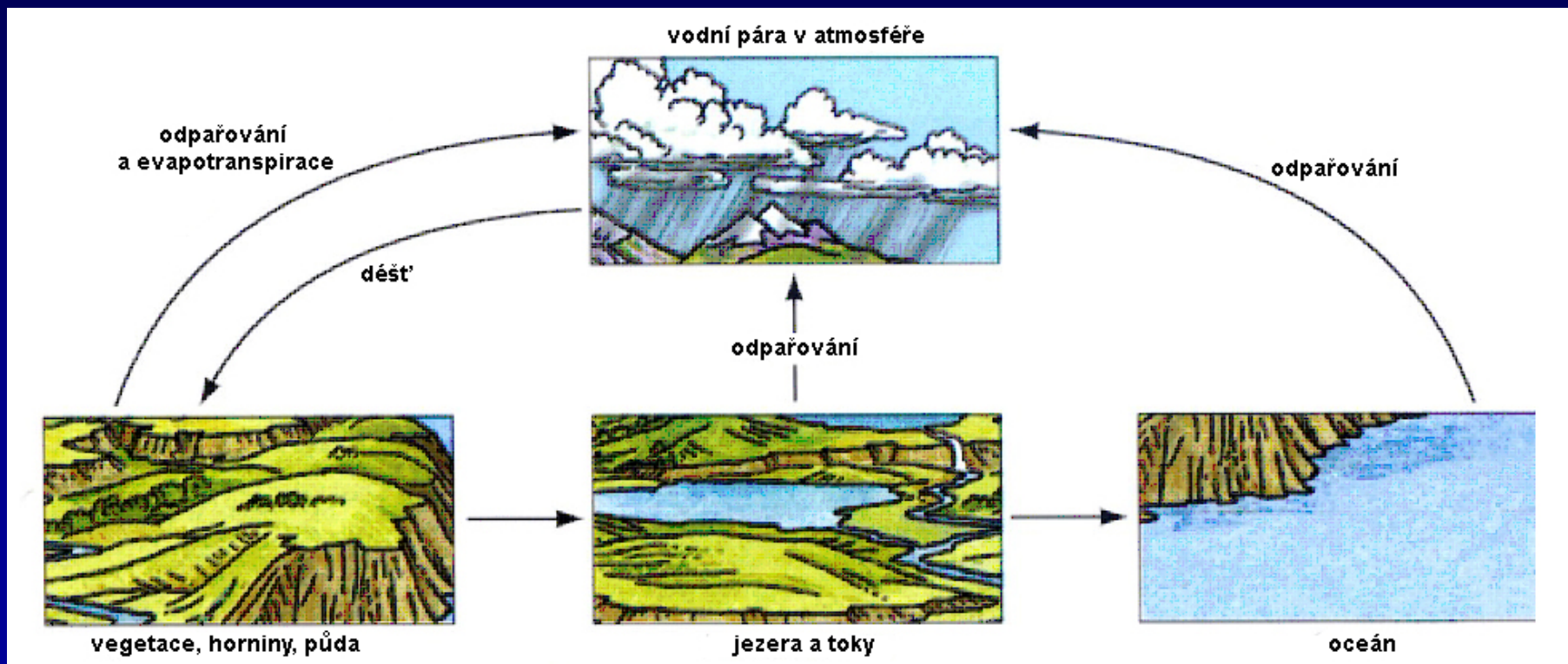
Modelový systém

Vymezení systému



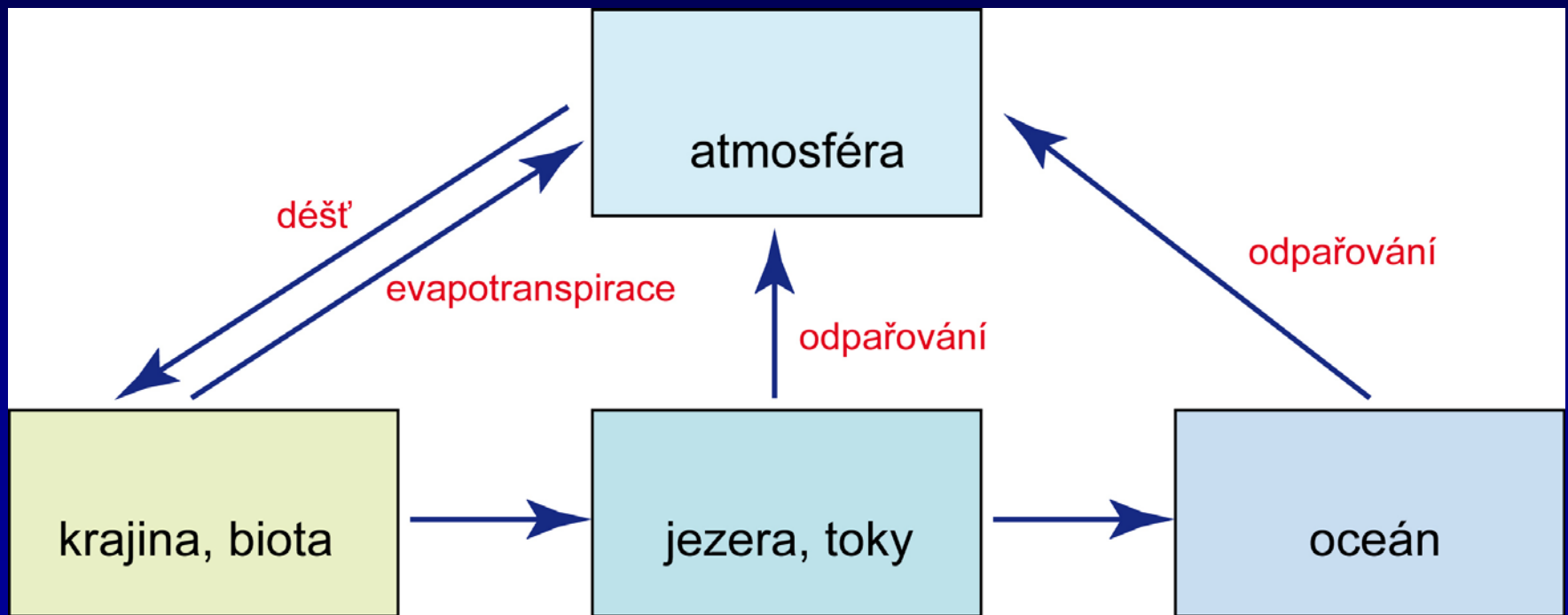
Modelový systém

Rozdělení na hlavní rezervoáry a znázornění toků



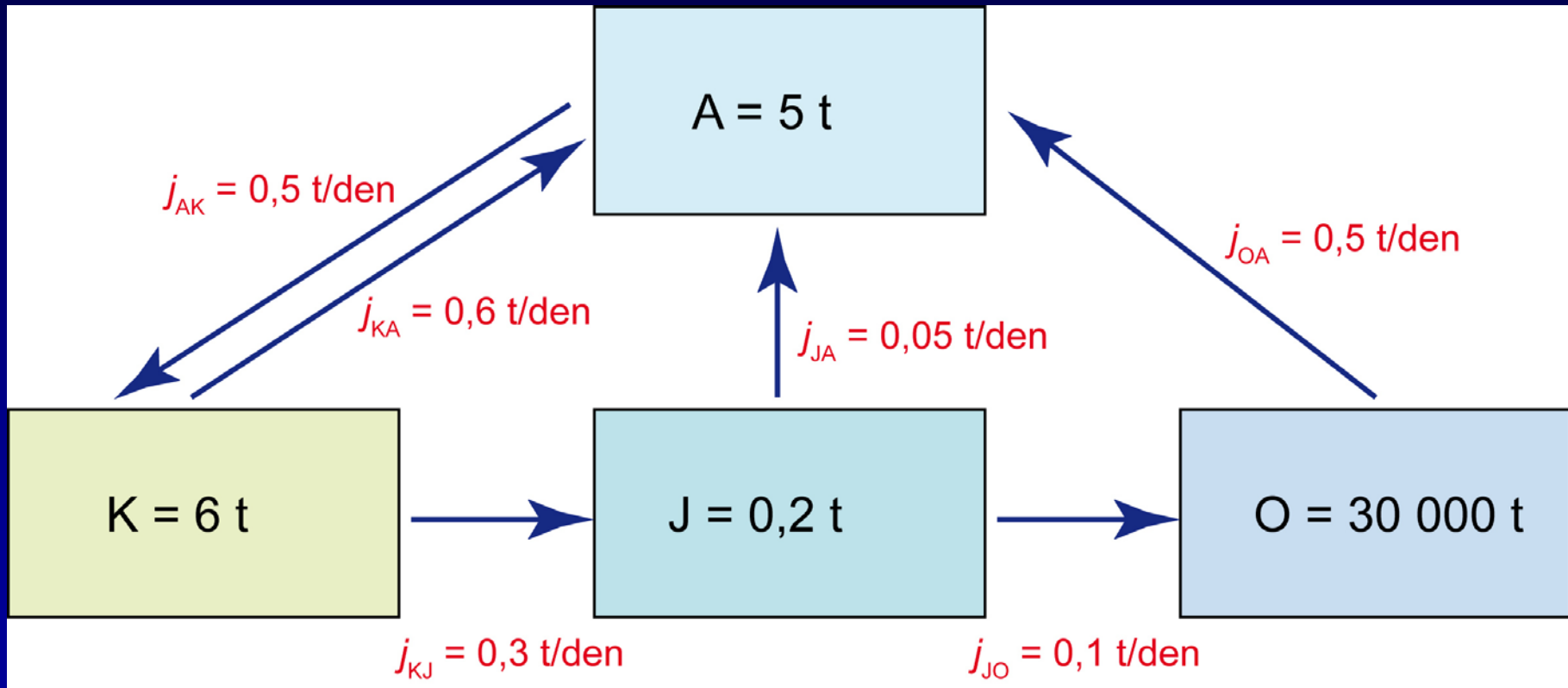
Modelový systém

Krabičkový („box“) model systému



Modelový systém

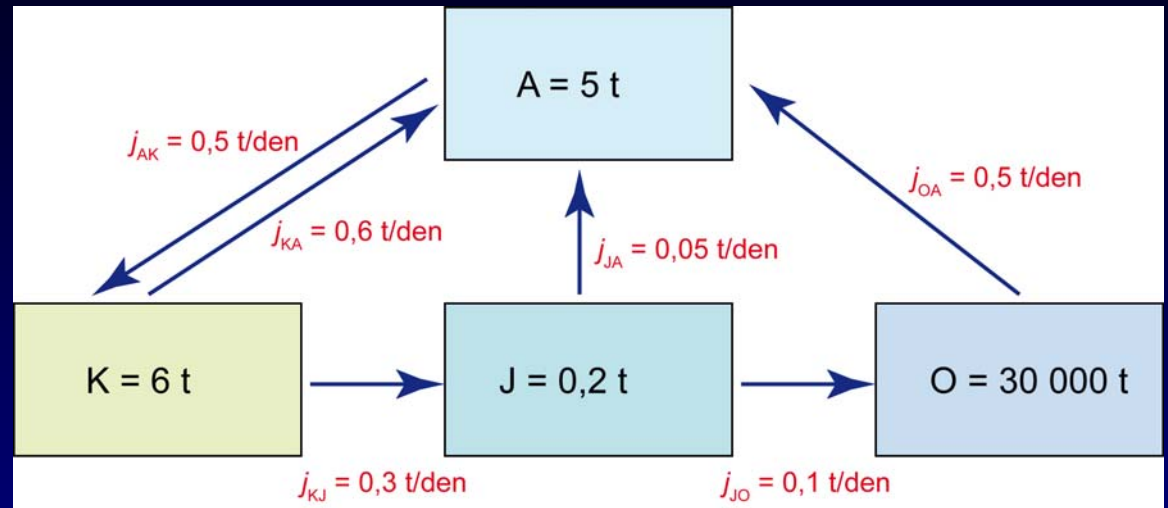
Krabičkový („box“) model systému



„Box“ model

Rychlostní
konstanty

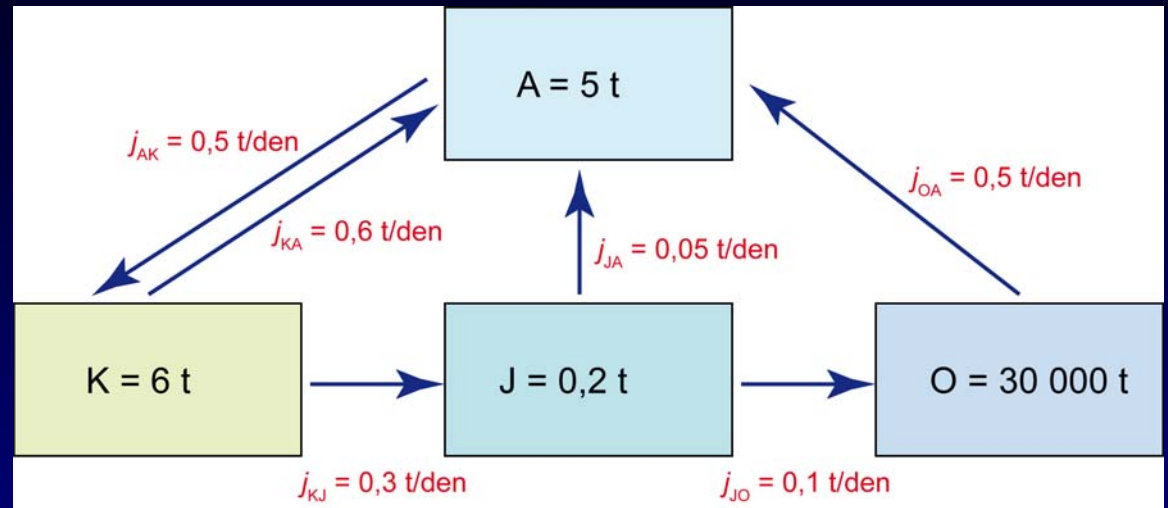
$$j_{XY} = k_{XY} \times m_X$$



rezervoár	označení	obsah	toky	t/den	k	1/den
		tuny				
atmosféra	A	5	$j_{A-K} =$	0,50	$k_{A-K} =$	0,10
krajina	K	6	$j_{K-A} =$	0,60	$k_{K-A} =$	0,10
jezera	J	0,2	$j_{K-J} =$	0,30	$k_{K-J} =$	0,05
oceán	O	30000	$j_{J-A} =$	0,05	—	—
			$j_{J-O} =$	0,10	$k_{J-O} =$	0,50
celkem		30011,2	$j_{O-A} =$	0,50	—	—

„Box“ model

Hmotnostní toky



Změny v rezervoárech

$$\Delta m_A / \Delta t = k_{K-A} \times m_K - k_{A-K} \times m_A + j_{JA} + j_{OA}$$

$$\Delta m_K / \Delta t = k_{A-K} \times m_A - k_{K-A} \times m_K - k_{K-J} \times m_K$$

$$\Delta m_J / \Delta t = k_{K-J} \times m_K - k_{J-O} \times m_J - j_{JA}$$

$$\Delta m_O / \Delta t = k_{J-O} \times m_J - j_{OA}$$

Okamžitá bilance

0,65

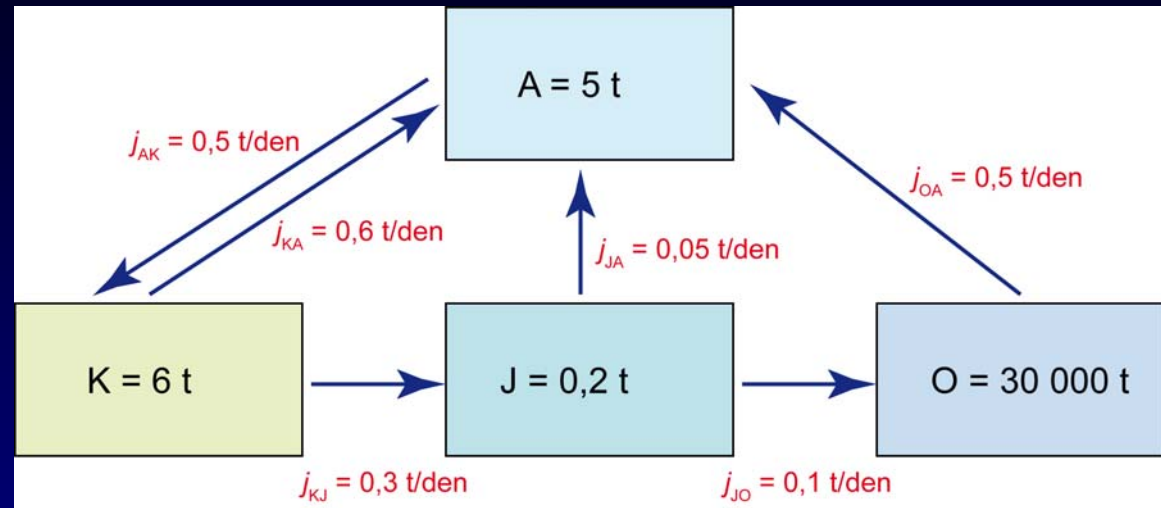
-0,40

0,15

-0,40

„Box“ model

Stacionární stav



Změny v rezervoárech za stacionárního stavu

$$0 = k_{K-A} \times m_K - k_{A-K} \times m_A + j_{JA} + j_{OA}$$

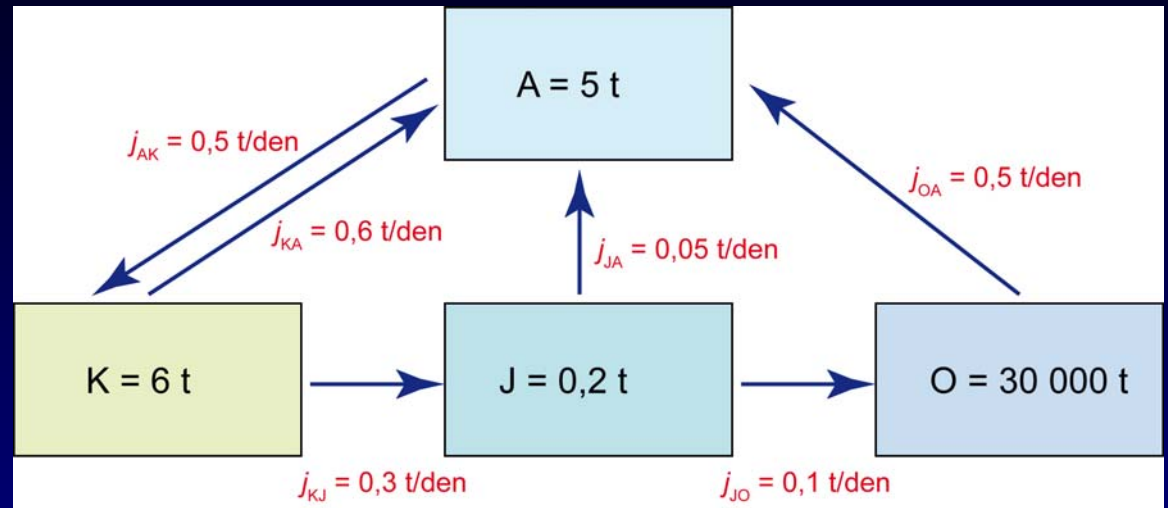
$$0 = k_{A-K} \times m_A - k_{K-A} \times m_K - k_{K-J} \times m_K$$

$$0 = k_{K-J} \times m_K - k_{J-O} \times m_J - j_{JA}$$

$$0 = k_{J-O} \times m_J - j_{OA}$$

„Box“ model

Řešení
stacionárních stavů



$$0 = k_{K-A} \times m_{Ks} - k_{A-K} \times m_{As} + j_{JA} + j_{OA}$$

$$0 = k_{A-K} \times m_{As} - k_{K-A} \times m_{Ks} - k_{K-J} \times K_S$$

$$0 = k_{K-J} \times m_{Ks} - k_{J-O} \times m_{Js} - j_{JA}$$

$$0 = k_{J-O} \times m_{Js} - j_{OA}$$

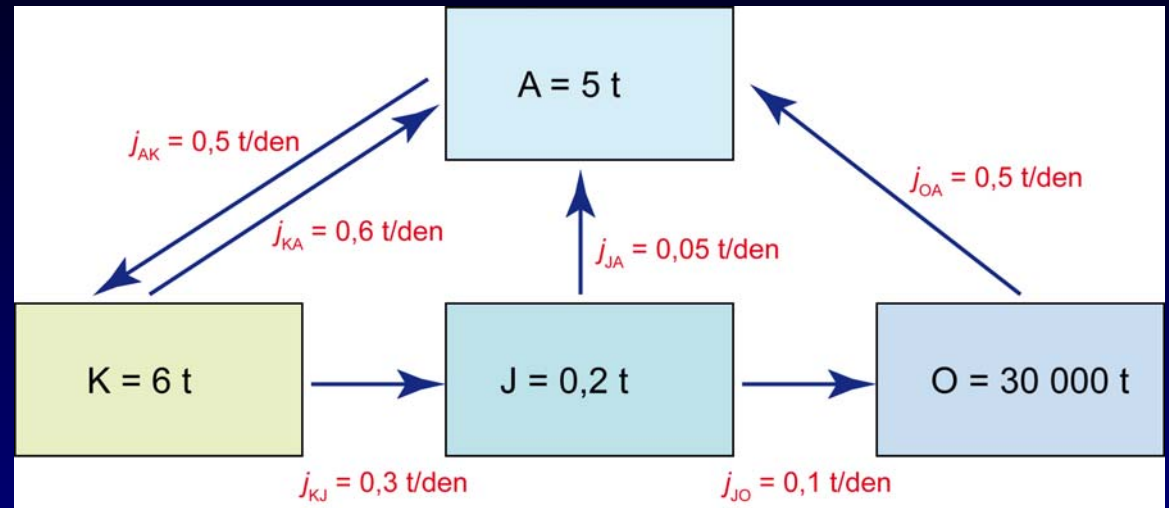
$$m_{As} = (k_{K-A} + k_{K-J}) \times m_{Ks} / k_{A-K}$$

$$m_{Ks} = (k_{J-O} \times m_{Js} + j_{JA}) / k_{K-J}$$

$$m_{Js} = j_{OA} / k_{J-O}$$

„Box“ model

Řešení
stacionárních stavů



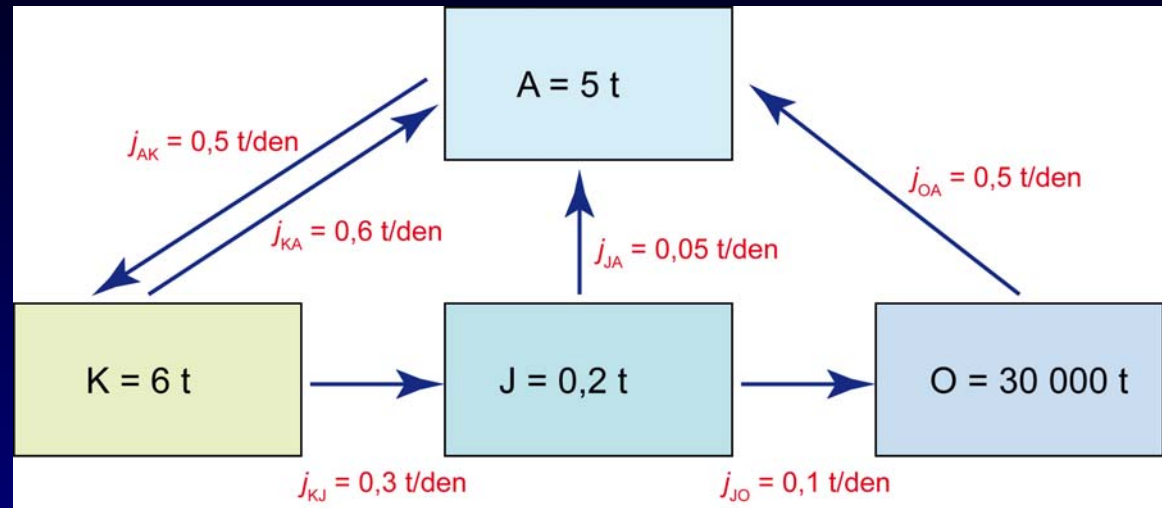
	obsah	toky za stac. stavu	doba zdržení
	m	j	T
$m_{As} =$	16,5	1,65	10
$m_{Ks} =$	11	0,55	20
$m_{Js} =$	1	0,5	2
$-\Delta m_{Os} =$	17,3		
$m_{Os} =$	29982,7	0,5	59965,4

Dynamika

Časový vývoj

Δt – časový krok

Δm_X – časový krok



$$t_1 = t_0 + \Delta t$$

$$m_{A1} = m_{A0} + \Delta m_{A0}$$

$$\Delta m_A = (k_{K-A} \times m_K - k_{A-K} \times m_A + j_{JA} + j_{OA}) \times \Delta t$$

$$m_{K1} = m_{K0} + \Delta m_{K0}$$

$$\Delta m_K = (k_{A-K} \times m_A - k_{K-A} \times m_K - k_{K-J} \times m_K) \times \Delta t$$

$$m_{J1} = m_{J0} + \Delta m_{J0}$$

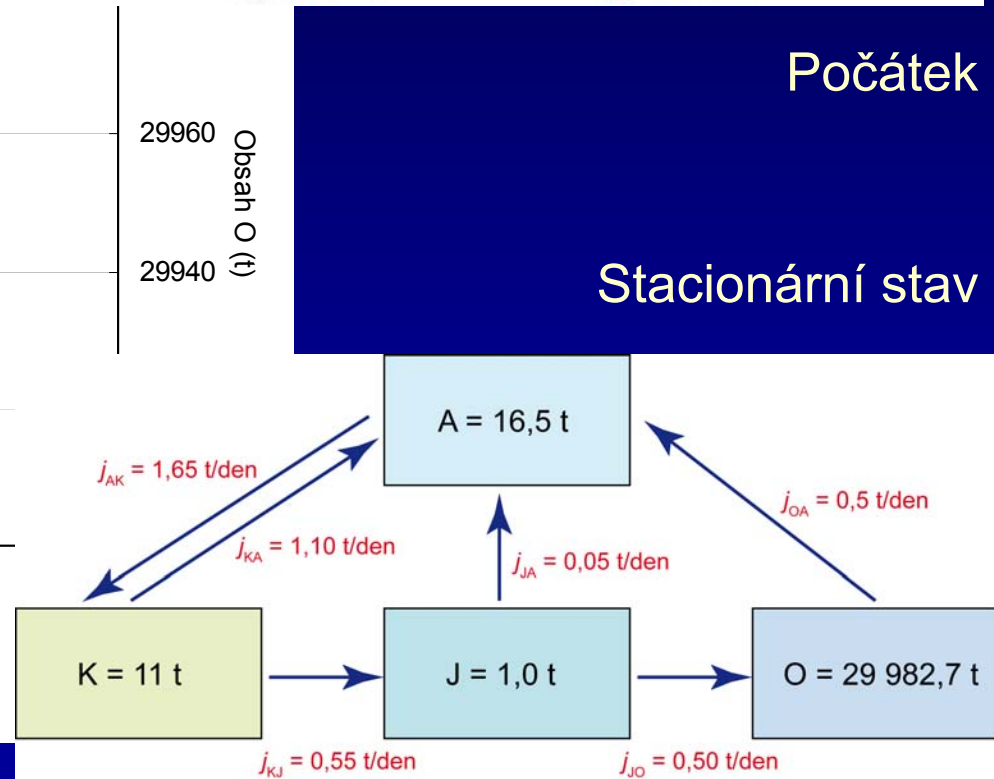
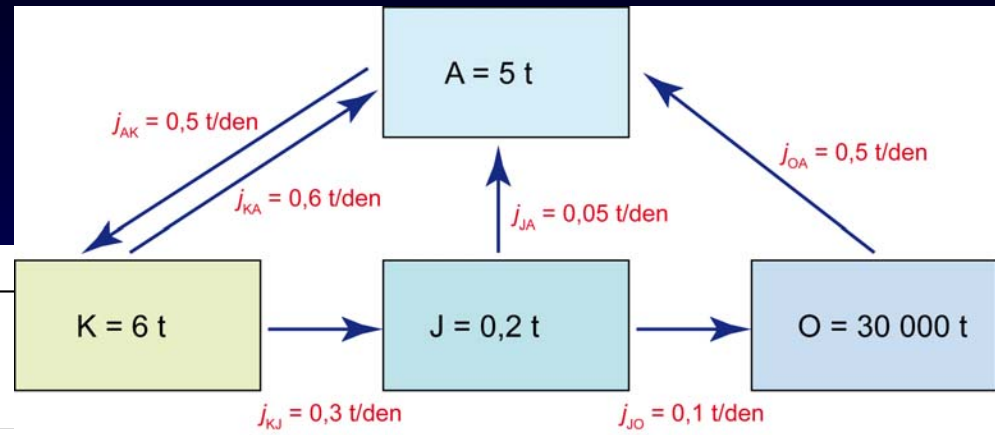
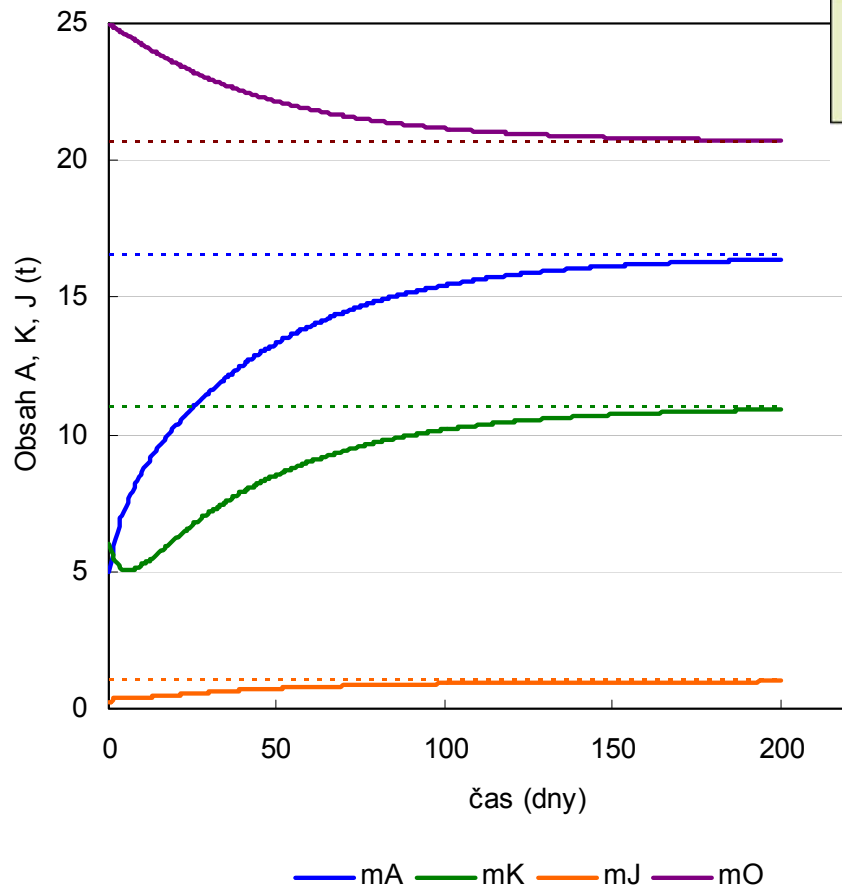
$$\Delta m_J = (k_{K-J} \times m_K - k_{J-O} \times m_J - j_{JA}) \times \Delta t$$

$$m_{O1} = m_{O0} + \Delta m_{O0}$$

$$\Delta m_O = (k_{J-O} \times m_J - j_{OA}) \times \Delta t$$

Dynamika

Časový vývoj



Obsah O (t)

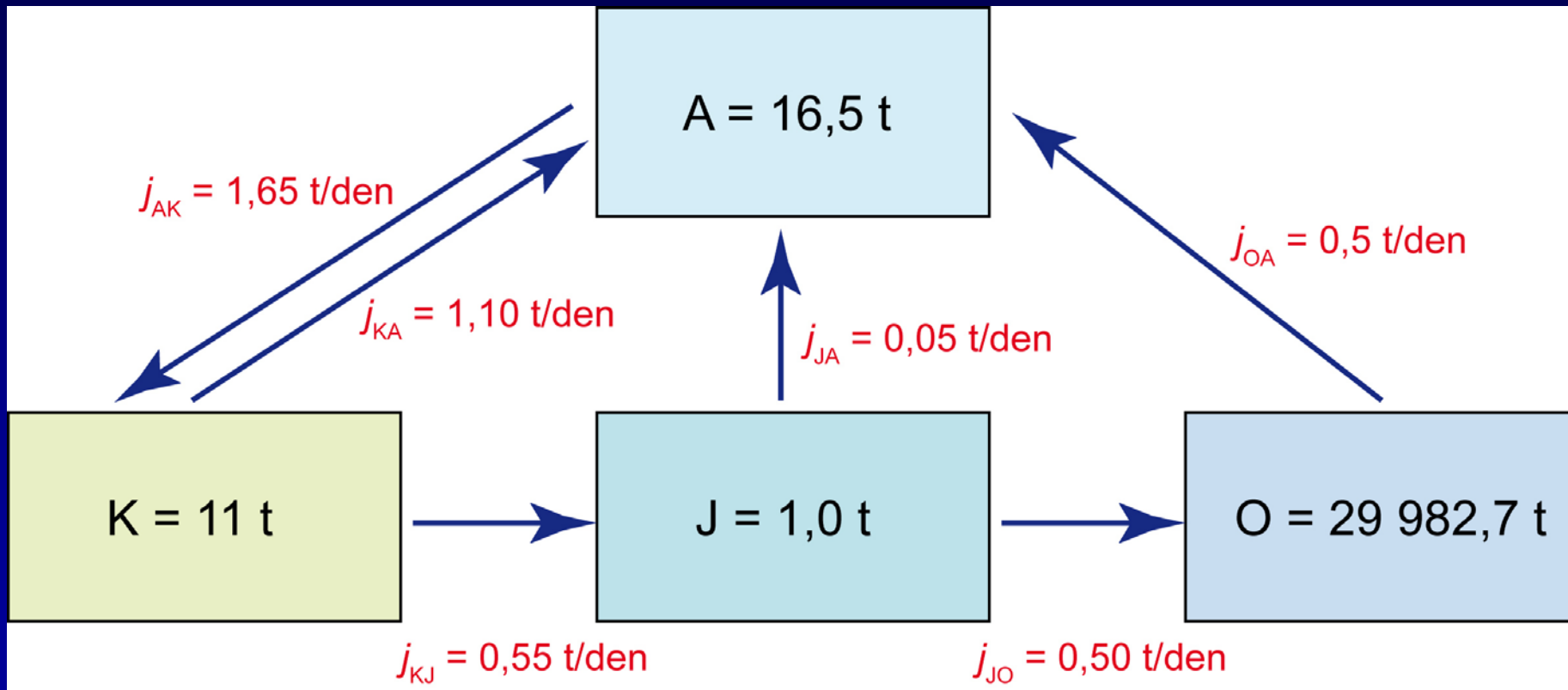
29960

29940

Dynamika

Časový vývoj

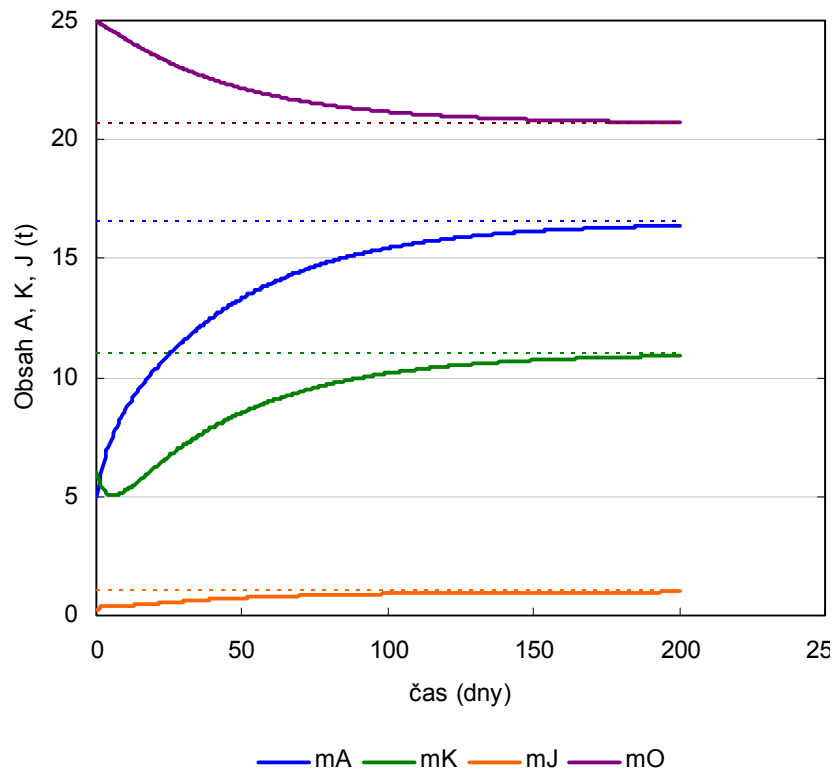
Stacionární stav



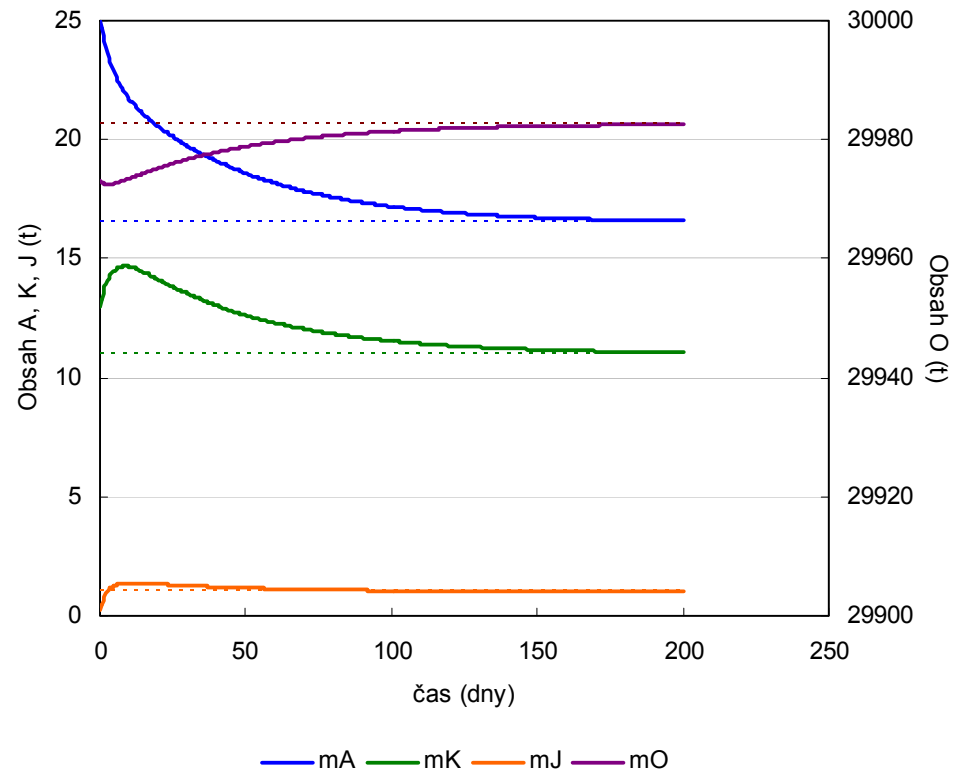
Dynamika

Časový vývoj

Původní výchozí stav



Jiné výchozí podmínky

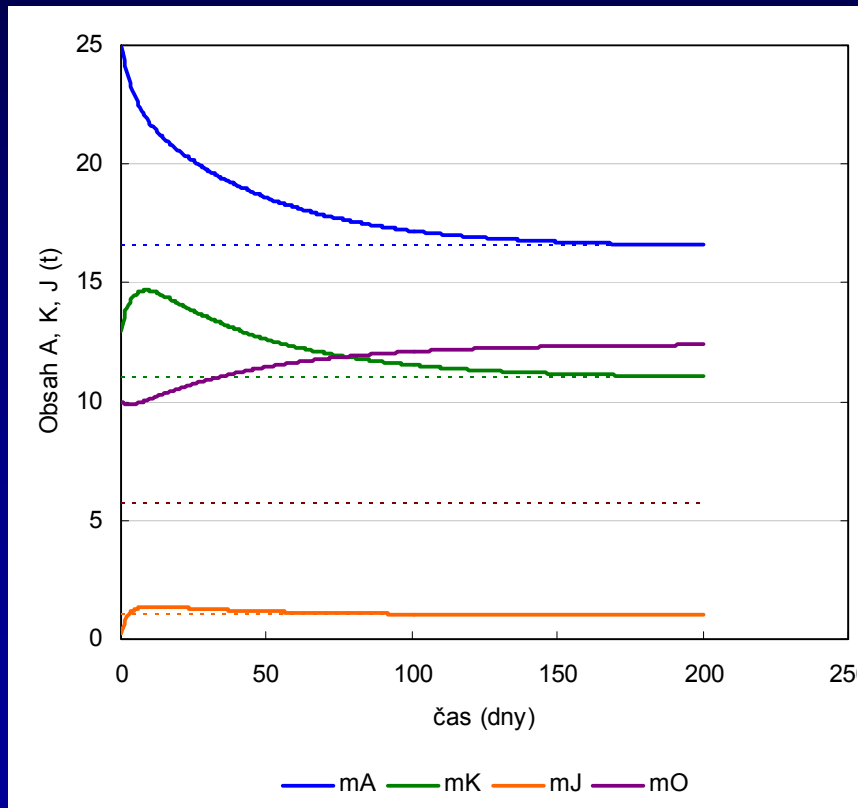


I z jiných výchozích podmínek se systém vrátí ke stejnému stacionárnímu stavu.

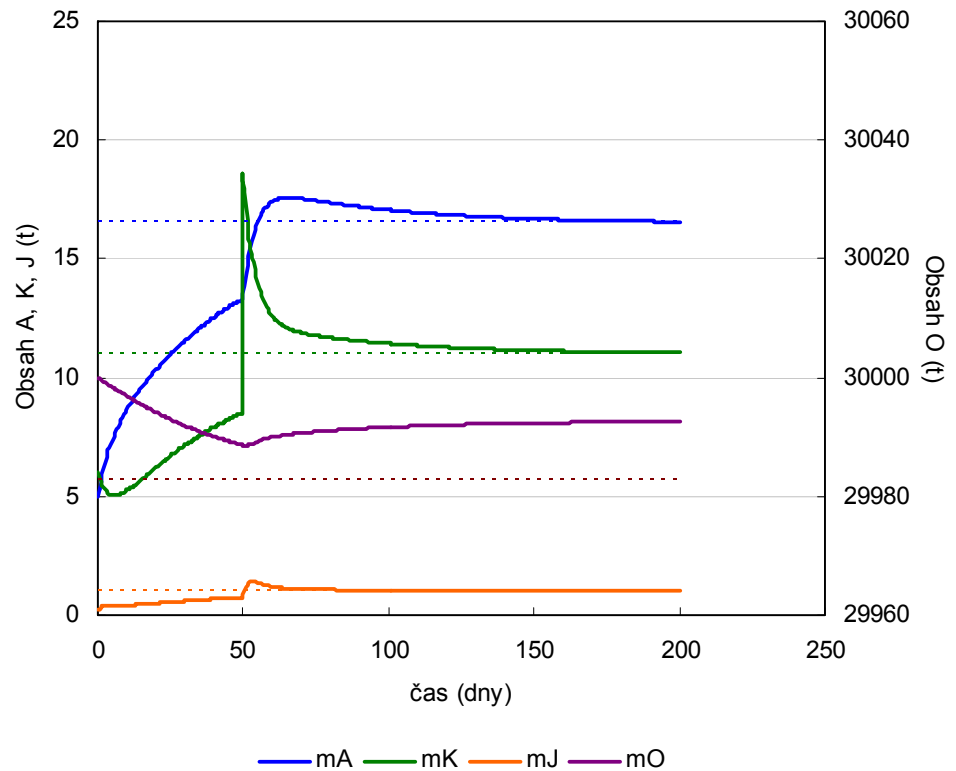
Dynamika

Časový vývoj

Voda je přinesena z venku



Bodová událost – přívalové srážky



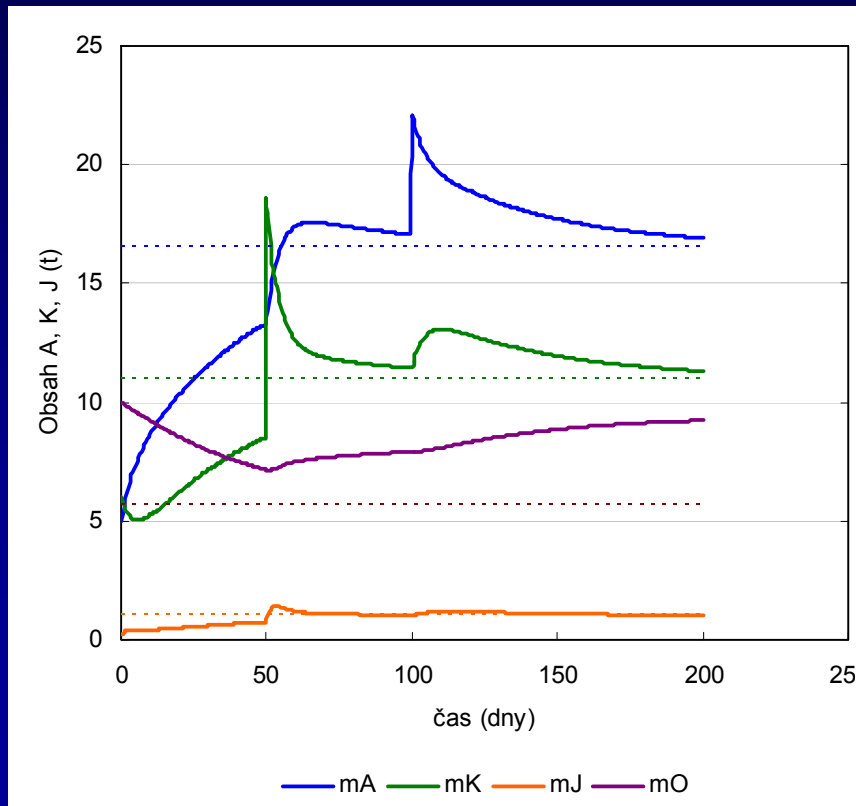
Všechna voda je uložena do oceánu, zbylé rezervoáry se vrací k původnímu stavu.

Bodová událost vede ke stejnému výsledku.

Dynamika

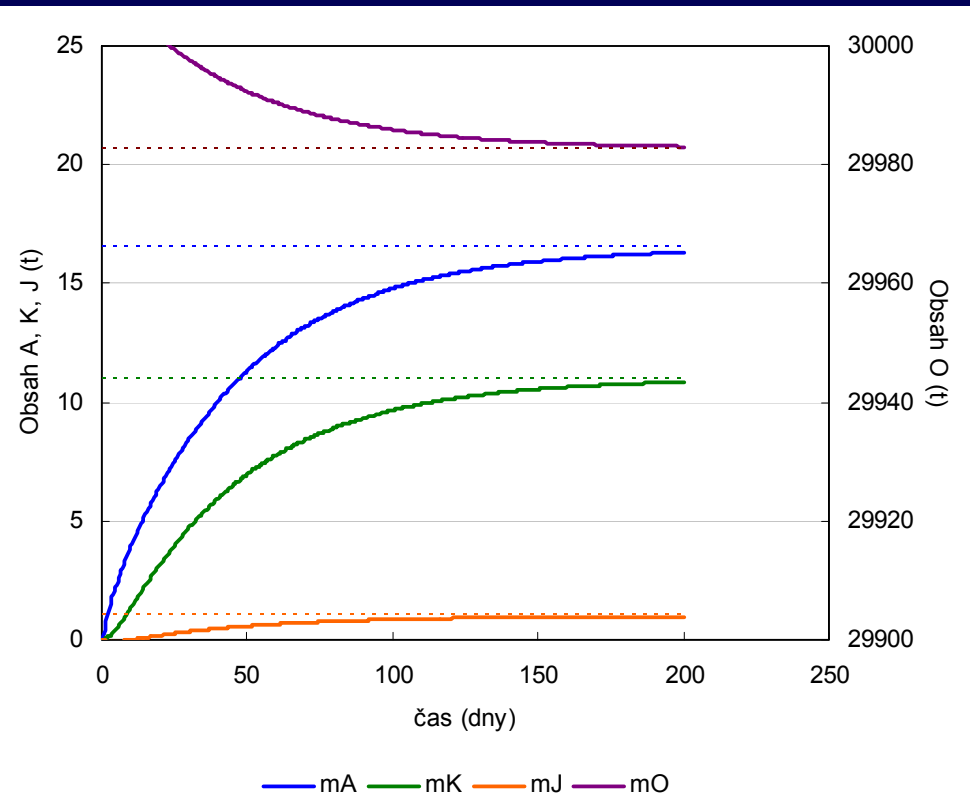
Časový vývoj

Opakovaná bod. událost – přívalové srážky



Všechna voda opět uložena do oceánu, zbytek se vrací k původnímu stavu.

Vysušení (vyprázdnění) systému

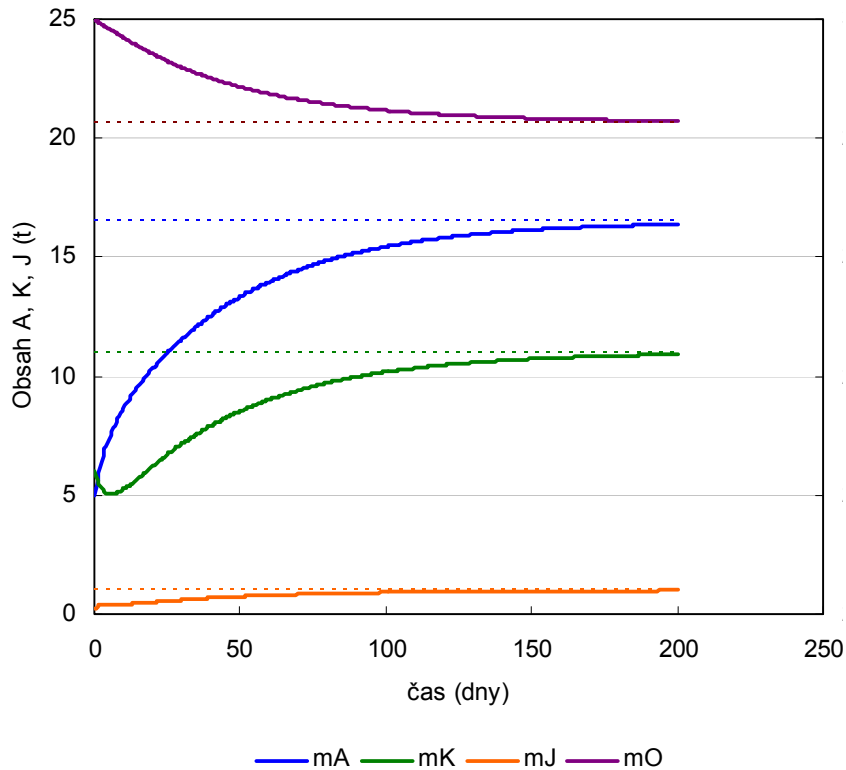


I když v rezervoárech na ostrově nebyla téměř žádná voda, systém opět spěje do stac. stavu.

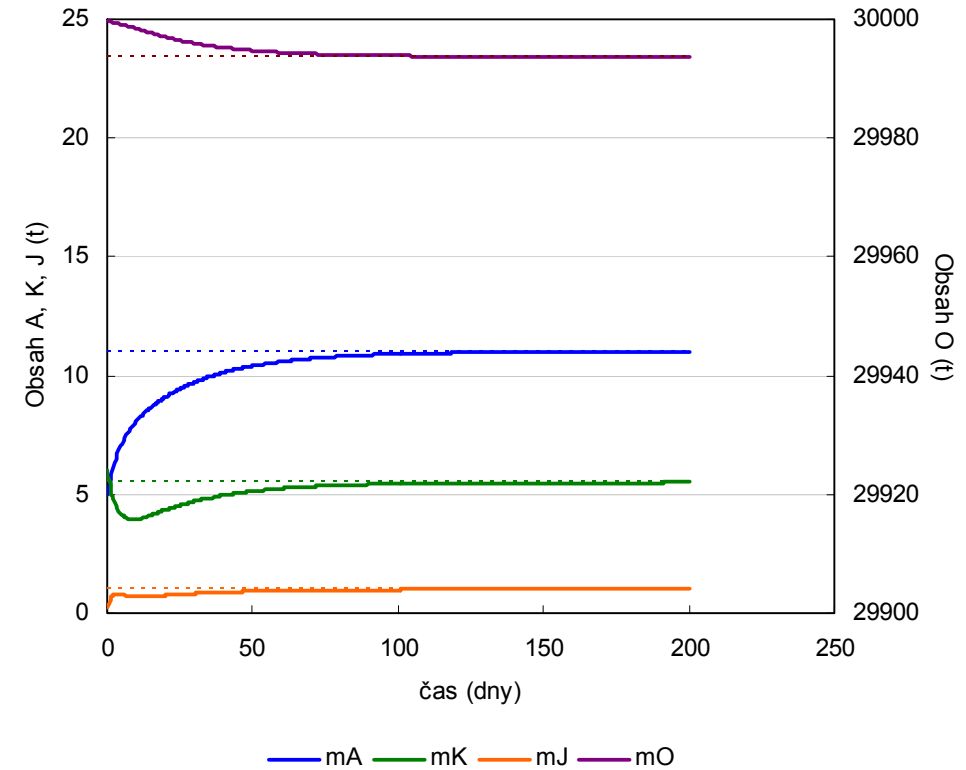
Dynamika

Časový vývoj

Původní systém



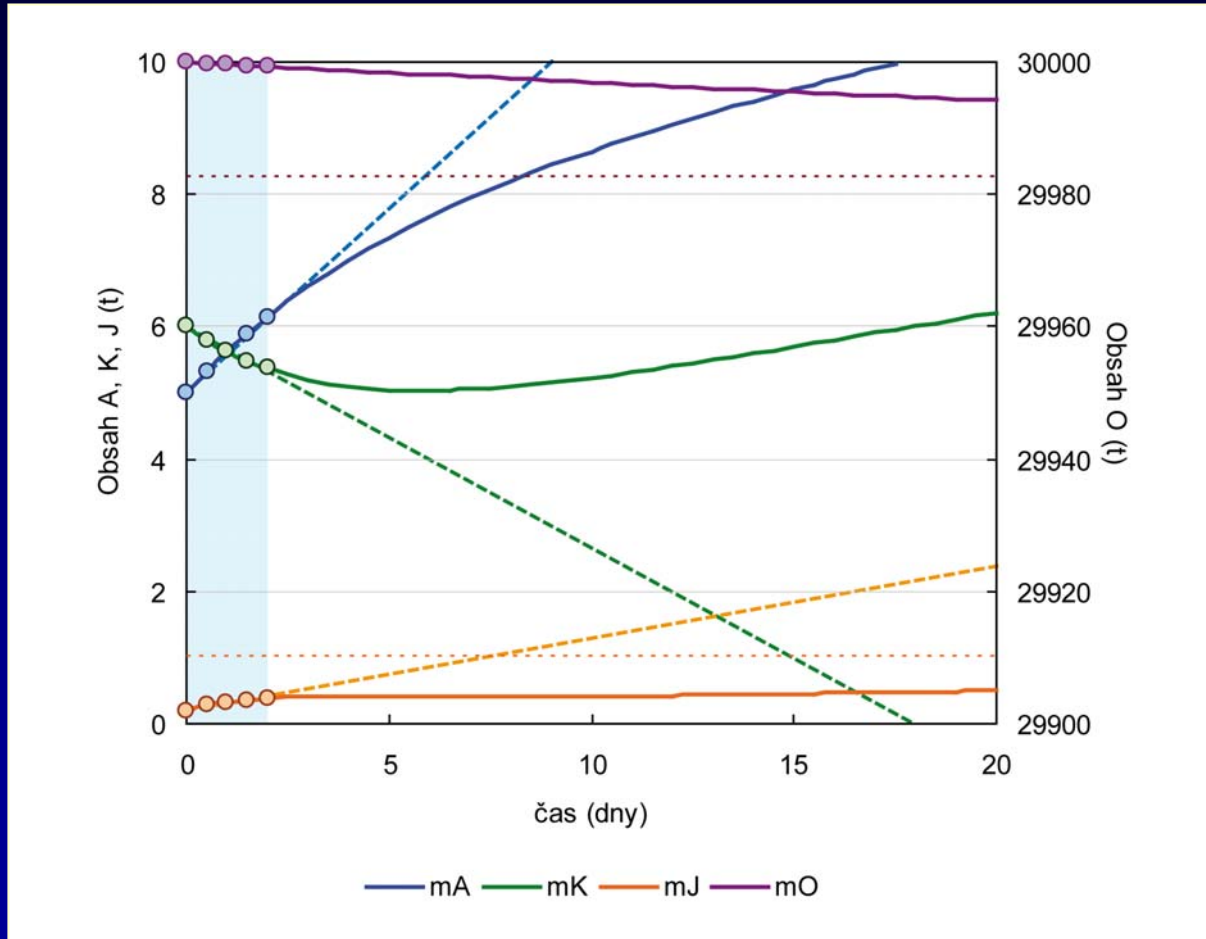
Vliv dlouhodobých změn



„Odvodnění“ krajiny – dvojnásobná rychlost odtoku
= změna stacionárního stavu v rezervoárech

Dynamika

Interpretace naměřených dat a prognóza vývoje



Klidně bychom mohli tvrdit:

- s rostoucím množstvím vody v atmosféře zároveň klesá obsah vody v krajině (při „silnější“ interpretaci bychom také mohli tvrdit, že rostoucí obsah vody způsobuje pokles vody v krajině)
- s klesajícím množstvím vody v oceánech zároveň klesá obsah vody v krajině (při „silnější“ interpretaci bychom mohli tvrdit, že klesající množství vody v oceánech způsobuje klesající množství vody v krajině)
- s klesajícím množstvím vody v krajině zároveň roste množství vody v jezerech (při silnější interpretaci bychom mohli tvrdit, že se z krajiny přesouvá do jezer)
- pokud navíc proložíme naměřeným závislostmi tečny a budeme extrapolovat jejich vývoj za hranice měření, mohli bychom tvrdit, že už po šestnácti dnech přijde krajina o všechnu vodu a přitom bude v atmosféře více vody, než ji tam bylo kdykoliv před tím.

Nic z toho neodpovídá realitě.

K dispozici měření z „modré“ oblasti – nemožnost hodnověrně extrapolovat data za měřenou oblast

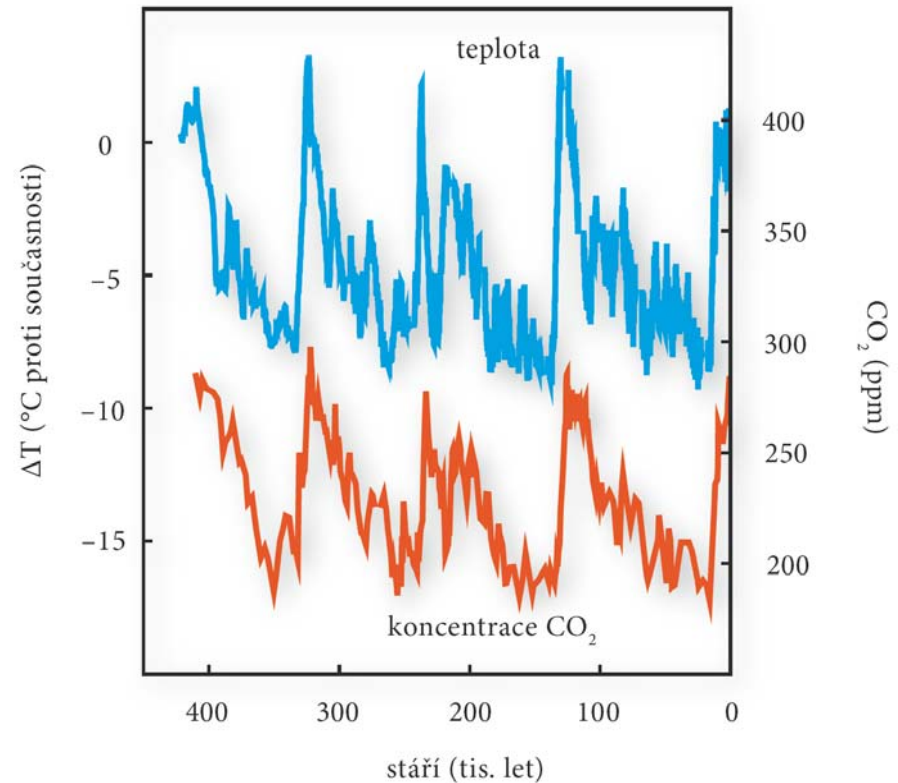
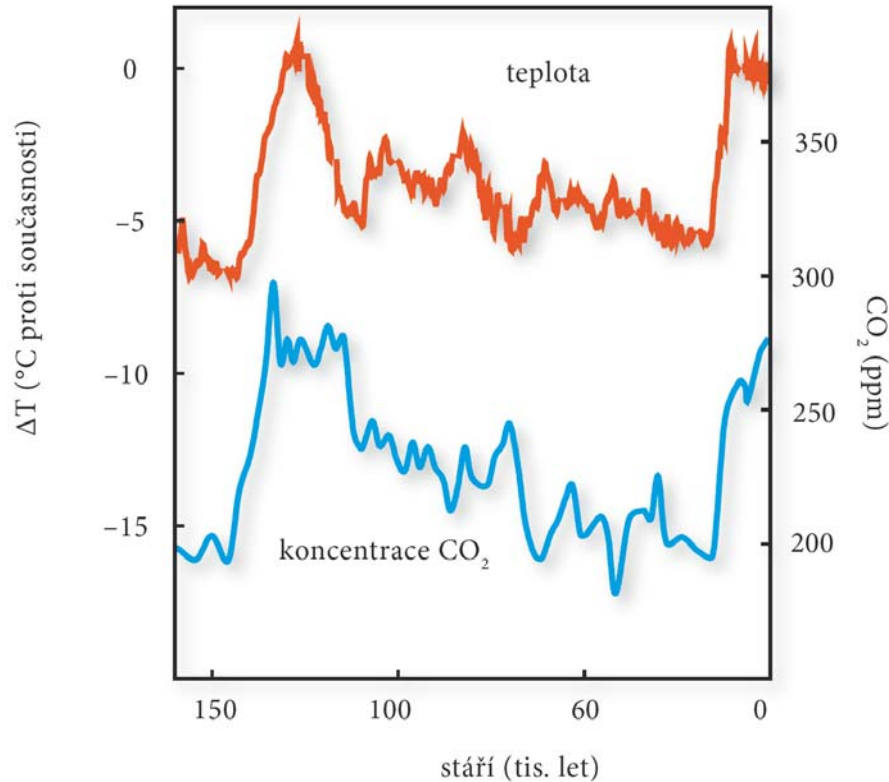
Dynamika

Obecné závěry

- chování celého přírodního systému nedá odvodit ze studia některých jeho částí
- celkové změny v jednotlivých systémech nejsou důsledkem pouhého součtu jednotlivých vlivů
- změny v lokálních a globálních systémech jsou těsně provázány, přírodní systémy na ně dynamicky reagují
- naměřená data není možné extrapolovat za hranice úseků, ve kterých byla naměřena
- vzájemná pozitivní nebo negativní korelace jednotlivých naměřených hodnot a datových řad neznamena, že spolu nutně tyto veličiny přímo souvisí

Dynamika

Nelineární systémy – několik stacionárních stavů



Vývoj globální teploty a koncentrací CO_2 v průběhu posledních 160 tisíc let, jak byly zjištěny z plyných uzavřenin v ledovcích Antarktidy z 2 200 m hlubokého vrtu u ruské polární stanice Vostok. Je patrná souvislost mezi globální teplotou a koncentrací CO_2 v atmosféře. Vyneseno z dat publikovaných Barnolou et al. (1987).

Vývoj globální teploty a koncentrací CO_2 v průběhu posledních 420 tisíc let, jak byly zjištěny z plyných uzavřenin v ledovcích Antarktidy z 3 623 m hlubokého vrtu u ruské stanice Vostok. Je zřetelné pravidelné opakování maximálních globálních teplot a koncentrací CO_2 s periodou zhruba 100 tisíc let. Po prudkém nárůstu dochází k postupnému klesání obou hodnot. V současnosti by se globální atmosféra měla nacházet za jedním z vrcholů na sestupné větvi závislosti. Vyneseno z dat publikovaných Petittem et al. (1999).



**Přeji hezky
barevný den**