



Ústav skla a keramiky
VŠCHT PRAHA

Sklo a keramika jako materiály budoucnosti

Ondrej Gedeon

Česká sklářská společnost

Ústav skla a keramiky, VŠCHT Praha

Synopsis

- Historie skla a keramiky, definice
- Postavení skla a keramiky oproti jiným materiálům (výhody, nevýhody, nenahraditelnost)
- Nenahraditelnost skla a keramiky
- Vnímání skla a keramiky ve společnosti
- Sklo: jaké byly výzvy před dvaceti lety a co z nich zbylo?
- Česká sklářská společnost (Ústav skla a keramiky?) jako sjednocující platforma.
- Vzdělání a věda: Historické zkušenosti (Antické Řecko, Německo 19-tého století, poválečné USA)
- Vzdělání a věda, Co je inovace, výzkum a věda – rozumíme si?
- Funkce průmyslu a státu ve vzdělání a vědě
- Budoucnost skla a keramiky ve světě a v ČR

Sklo anorganické, organické (polymerní), voda, kovové

Anorganické sklo křemenné, **křemičité** (sodno-vápenato-, borito-, olovnato-, hlinito-, ...), halidová, oxynitridová, chalkogenidová, ...

Sklo lze připravit „z čehokoliv“ (= může mít libovolné prvkové složení)

Zastaralá definice: Sklo je tuhý roztok kovových oxidů v oxidu křemičitém. Při chladnutí zabrání velká viskozita skloviny pohybu molekul, a tím i krystalizaci křemičitých sloučenin. Vznikne průhledné sklo.

Definice (není konsensus): Sklo je pevná látka vykazující fázový skelný přechod. Jde o nekrytalický (amorfní) materiál s pamětí, v termodynamické nerovnováze, strukturně blízký ztuhlé kapalině.



Keramika

jílová, oxidová, karbidová, nitridová, boridová, (metal-)oxidová, korundová, zirkoničitá, titaničitá, ...



Keramiku lze připravit „z čehokoliv“ (= může mít libovolné fázové složení)

Definice: **anorganický nekovový materiál** s heterogenní strukturou, který je vyroben pomocí vysokoteplotního procesu. Jde typicky o polykrystalickou pevnou látku s póry a podílem amorfní fáze.

Sklo a keramika:

Historicky (evolučně) prokázaná materiálová výhodnost a ekonomická konkurenceschopnost (dostupnost a nízká cena surovin)

Silná závislost na ceně energie (vysoké teploty)

Vysokoteplotní procesy vytvářejí nativně vysokou odolnost vůči externím vlivům



Nenahraditelnost skla a keramiky

Sklo

- Unikátní kombinace vlastností (hlavně optických – barva, index lomu, ale i mechanických – tvarovatelnost, pevnost v tlaku, chemická odolnost, tepelné vlastnosti - aerogel)
- Laditelnost (libovolné složení, jemné ladění vlastností)
- Využití: optika (vesmír), fotonika, stavebnictví, architektura, farmacie, design, užitkové sklo

Keramika

- Laditelnost (složení – krystalické, velikost a tvar zrn, skelná fáze, pórovitost)
- Využití: užitková keramika, stavebnictví, vysokoteplotní supravodivost, žáruvzdornost, piezokeramika, filtry, separace plynů, polovodiče, senzory, transparentní keramika, ...

Vnímání skla a keramiky ve společnosti

Aktuální narativ

- Krachující průmysl
- Zastaralý (byl zde již před tisíci lety), neekologický (vysoká spotřeba energie při výrobě) materiál
- Neperspektivní obor

Skutečnost

- Nesmírně odolný průmysl
- Inovativní (nová skla a keramika, nový design, nové užité vlastnosti), ekologický (malá spotřeba energie na životní cyklus), vysoký stupeň recyklace a recirkulace

Nutnost zvýšit atraktivitu oboru ve společnosti, změnit narativ

Výzvy (před dvaceti lety) a co z nich zbylo?

Determinismus v. stochastika; predikce v. extrapolace

ICG: 2007-2010

- Technologie tavení – samočeření, nízkotlaké a heliové čeření, zrychlené tavení, segmentové pece, levnější suroviny (NaCl, vulkanické sklo), plasmové a laserové tavení, redukce CO₂
- Laserové sváření, vstřikování do formy, vlákna pro lepení skla
- Katalytické sklo, sklo pro samoléčivou medicínu, termochromní sklo
- Chemicky aktivní povrchy, samohojící sklo, povlaky bez vakua
- Nerozbitné sklo, zpevnění skla, objemové plastické silikátové sklo, sklo imunní vůči vodě a vlhkosti
- Vztah mezi (nejenom) povrchovými vlastnostmi a topografií a složením
- Atomární ab-initio simulace 10 mil. částic, popis střednědosahové struktury

Česká sklářská společnost (Ústav skla a keramiky)



Pracuje v oblastech sklářské vědy, výzkumu, techniky, technologie, péče o životní prostředí, sklářské historie, umění, sklářského školství a v dalších směrech.



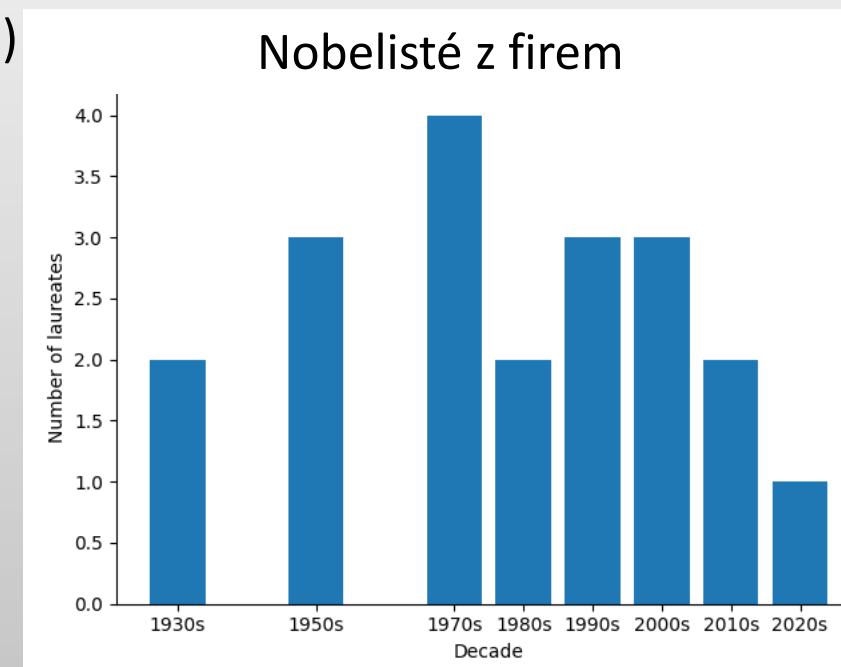
Česká sklářská společnost (Ústav skla a keramiky)

Prostředí v ČR

- Studenti – pokles zájmu, ztráta atraktivnost, perspektivnosti,
- Konkurence jiných oborů, materiálů (finanční, společenská prestiž)
- Doktorské studium (nutnost dofinancovat školitelem)
- Lidské zdroje, přenos know-how, chybějící materiálové vybavení
- Stipendijní nadace (existuje udržitelnost bez podpory průmyslu?)

Mezinárodní kontext

- Německo, Japonsko – silné propojení průmyslu a univerzit
- Francie – až 50% finančních zdrojů z průmyslu
- USA – Penn State („filiálka“ Corningu), Alfred Univ. – historické vzdělávací a výzkumné centrum
- ČR – ve skle pořád významný a respektovaný hráč



Vzdělání a věda (společnost, průmysl)

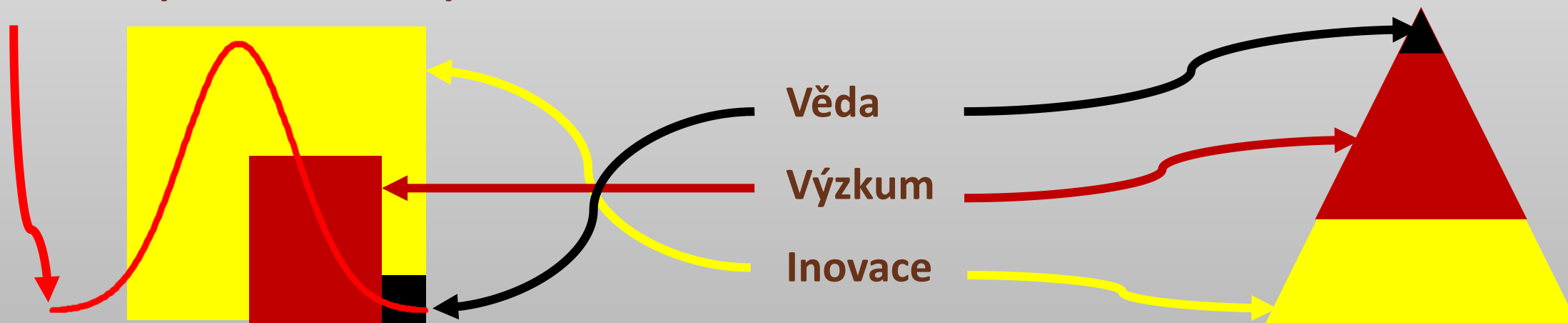
Historické zkušenosti

- Antické Řecko – společenská prestiž vzdělání, svoboda názorů → abstrakce, logika, teorie
- Německo 19-tého století – kvalitní základní a střední školství, Humboldt model (spojení vědy a výuky, důraz na základní výzkum, svoboda), laboratorní výzkum, státní podpora, průmyslová podpora a spolupráce (BASF, Siemens, Bayer,...)
- Poválečné USA – **emigrace vědeckých špiček**, masivní státní dotace (National Science Foundation, National Institutes of Health, National Bureau of Standards,...), vznik silných univerzit (Caltec, MIT, Berkeley,...), silné propojení univerzit a průmyslu (Silicon Valley, MIT, **Penn State, Alfred...**)

Věda

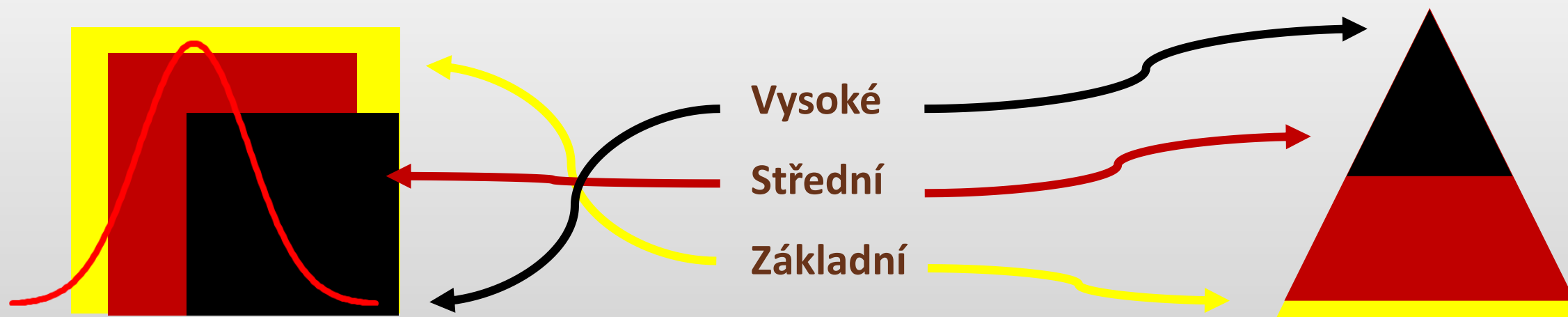
- Vzdělání – předání zkušeností, znalostí, metod, způsobu myšlení,...
- Věda (základní výzkum) - posouvá hranice poznání, vytváří ucelené koncepce (teorie, axiomy)
- Výzkum (aplikovaná věda) – využívá poznatky vědy ke shromažďování nových dat, testuje nové hypotézy, ověřuje stávající paradigmaty
- Inovace – vylepšuje, optimalizuje, využívá známe a již vytvořené poznatky a metody

Vzdělávací potenciál, schopnosti,...



Funkce průmyslu a státu ve vzdělání a vědě

Školství



- Základní školství; selhání státu; zanedbává část populace s nejvyšším potenciálem, suplují **rodiče**
- Střední školství; diferenciacce, posun hranic, snížení průměrné úrovně; **rodiče + průmysl**
- Vysoké školství; specializace, obrovské rozdíly v požadavcích různých VŠ, pokles průměrné úrovně; **průmysl vstupuje pouze symbolicky**
- Postgraduální výuka; **průmysl bez zájmu, chybějící stipendijní podpora, chybějící společné projekty**

Budoucnost skla a keramiky

Svět

- Zlepšování vlastností a jejich úprava na míru, odstraňování defektů, vylepšení mechanických vlastností (teoretická pevnost v tahu $\sim 17 \text{ GPa} = 170 \text{ tun/cm}^2$)
 - Vylepšování ekologie výrobků (odstranění těžkých kovů z receptur, odlehčení obalového skla, prodloužení životního cyklu, zlepšení efektivity tavicího procesu)
 - Nové technologie a nová skla (sol-gel, třírozměrné struktury - laser, tisk skla)
 - Keramické a skelné kompozity, deformovatelná keramika, gradientová keramika
 - Speciální skla a keramika
-
- Konkurence jiných oborů a jiných materiálů
 - Pokračující internacionalizace, nákupy nejlepších, rostoucí konkurence
 - Prestižní postavení vzdělání v rozvojových zemích (lepší nabídky)
 - Rostoucí vliv ICG, vliv průmyslových společností v ICG

ČR – jsme už v kritickém bodě?

- Převážně produkce užitkového skla a keramiky
 - Know-how, pořád výborné postavení ve světě
-
- Lidi – péče o excelenci, materiálové zdroje, infrastruktura
 - Věda – koncentrace vědců a vzdělávání
 - Zlepšit společenskou prestiž „umět udělat“, „rozumět“, „umět vymyslet“
 - Zlepšit vnímání skla a keramiky ve společnosti (historický, unikátní, ekologický, perspektivní, moderní,...)
 - Nutnost zvyšovat užitnou hodnotu; design, péče o značku, technické vylepšení (odolnost, pevnost,...)
 - Intenzifikace (ne extenzifikace) průmyslu
-
- Podpora studia (stipendia)
 - Podpora vědy (přístroje)
 - Podpora projektů

Stát

Subvence, dotace
ideologizace, konjunkturalismus, chaos
kopírování parcialit...
- známe správnou cestu?

