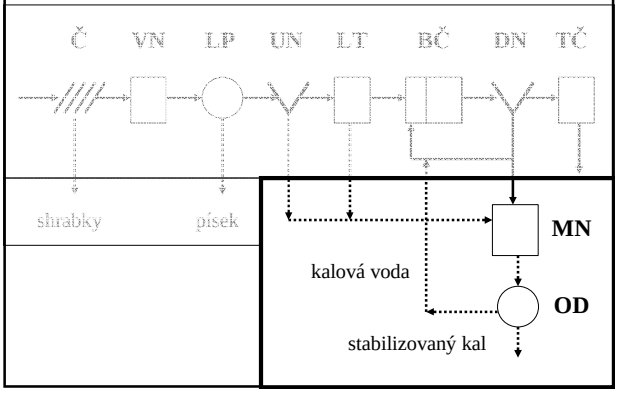
KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD

Doc. Pavel Jeníček
Prof. Michal Dohányos

Názvosloví kalů

- **sludge (biosolids)**
- **der Schlamm**
- **fangi**
- **lodo**
- **Ил**
- **slib**
- **osady**

Schéma velké ČOV



Kaly představují přibližně

1-2 %

objemu čištěných vod,

je však v nich transformováno

50-80 %

původního znečištění

Náklady na akceptovatelné zpracování kalů rostou

cca 50 %

Provozních nákladů na čištění OV

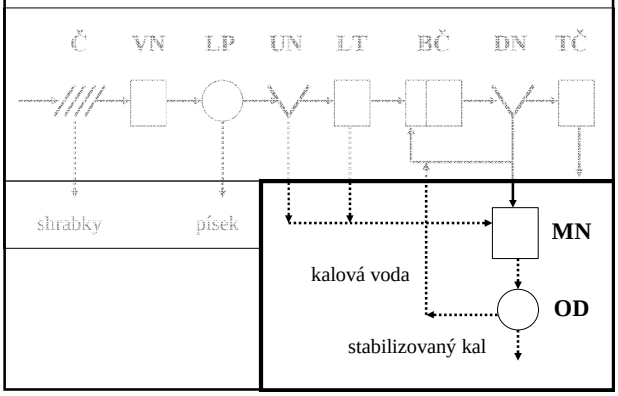
- **Kal je nevyhnutelným odpadem při úpravě vody a při čištění odpadních vod.**
- **Cílem úpravy a zpracování kalů je zabránit nepříznivým dopadům na životní prostředí a lidské zdraví.**
- **Odpadová politika EU potlačuje ukládání odpadů a podporuje zabránění vzniku odpadů, jejich minimalizaci a recyklaci.**
- **Při výběru technologie zpracování kalů je potřeba mít na zřeteli, že minimalizace bezpečnostního rizika a akceptovatelnost veřejností jsou důležitější než cena navrhované technologie.**

Způsoby zpracování kalů musí splňovat podmínky:

- **vyhovovat platné domácí (i mezinárodní) legislativě v oblasti ochrany životního prostředí,**
- **být akceptovány veřejností,**
- **maximálně využívat energii a cenné látky z kalů za současné minimalizace nákladů a celkové potřeby energie,**
- **musí být po technické stránce spolehlivé a ekonomicky dostupné,**
- **musí být přijatelné z hlediska ochrany životního prostředí (emise, využití energie, potenciální riziko kalových reziduí pro lidské zdraví a pod.),**
- **musí být přijatelná infrastruktura a logistické aspekty jakož i cesta (způsob) zavedení dané technologie.**

Vznik a množství čistírenských kalů

Schéma velké ČOV



Průměrné složení splaškových odpadních vod (g/d obyv)

Látky	**Anorg.**	**Org.**	**Celkem**	**BSK_5**
Nerozpuštěné	15	40	**55**	30
z toho usaditelné	10	30	40	20
z toho neusaditelné	5	10	15	10
Rozpuštěné	75	50	125	30
Veškeré	90	90	180	**60**

Na čem závisí množství čistírenských kalů?

Produkce znečištění v gramech na obyvatele za den:

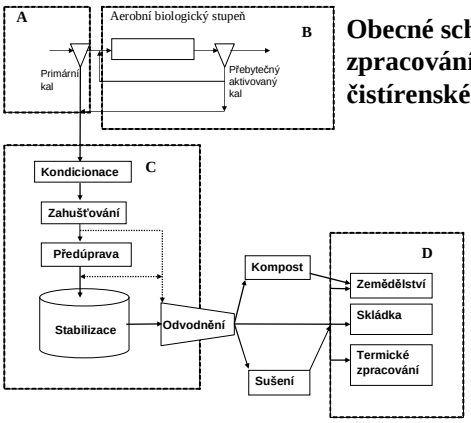
	VL	**BSK**
Nerozpuštěné	**55**	**30**
Rozpuštěné	**125**	**30**
Veškeré	**180**	**60**

Rozpuštěné organické znečištění

⇩

biologické čištění OV

	produkce biomasy
Aerobní procesy	**50 – 60 % z přivedené BSK**
Anaerobní procesy	**5 – 25 % z přivedené BSK**
Anaerobně-aerobní	**20 – 30 % z přivedené BSK**



Obecné schéma zpracování čistírenského kalu

Charakteristika a složení kalu

Kal je suspenze pevných a koloidních částic organických a anorganických látek ve vodě.

Kal obsahuje:

Netoxické látky: organické látky až 60% v sušině a dále sloučeniny dusíku a fosforu

Toxické látky: těžké kovy: (Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg, As) v konc.1 až 1000 mg/kg sušiny; PCB, PAU, dioxiny, pesticidy, alkylsulfofenoly, polyfenoly; patogenní a jiné mikroorganizmy

Organické látky

Anorganické sloučeniny na bázi Si, Al, Ca, Mg aj.

Vodu

Možné směry nakládání s kaly

1. **zlepšení kvality kalu**
2. **využití cenných látek z kalu**
3. **minimalizace množství nebo objemu kalu**
4. **zpětné získávání fosforu**
5. **změna strategie čištění odpadních vod**
6. **kombinace jednotlivých směrů**

1) Zlepšení kvality kalu

- prevence vypouštění některých znečišťujících látek do kanalizace (těžké kovy, pesticidy, prací prostředky a pod.)
- odstranění suspendovaných a koloidních částic z přítoku, (těžké kovy jsou většinou spojeny s těmito částicemi)
- odstranění těžkých kovů z kalu chemickým nebo biologickým loužením.

Podobně se mohou selektivně odstraňovat i další toxikanty, současně může docházet i k redukci patogenů.

2) Využití cenných látek z kalu

- produkce bioplynu, intenzifikace anaerobní stabilizace (část organických látek stále zůstává v kalu)
- produkce paliva z kalu – pyrolýza, zplyňování (nafta, plyn)
- přímý zdroj paliva – sušený kal, spalování, splouspalování, spalování v cementárenské peci
- produkce NMK biotechnologicky nebo termický (mokré spalování)
- superkritická oxidace

3) Minimalizace množství nebo objemu kalu

- využití predátorů – protozoa, metazoa
- předúprava s ozonem v kombinaci s biologickou oxidací
- aerobní nebo anaerobní kompostování, vermikompost
- objem kalu se výrazně snižuje snižováním obsahu vody

4) Zpětné získávání fosforu

- termickým, chemickým nebo mikrobiologickým způsobem a jejich kombinací
- přímé získávání fosforu při čištění odpadních vod (srážení v anaerobní zóně)
- získávání fosforu z popela po spálení kalu

5) Změna strategie čištění odpadních vod

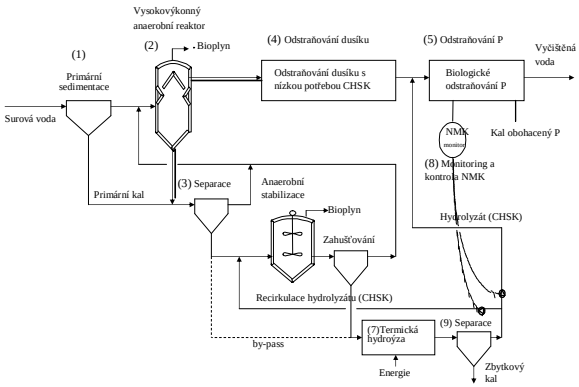
- DESAR
- alternativní metody centralizovaného čištění odpadních vod.
  - kombinace anaerobního a aerobního biologického čištění s anaerobní stabilizací kalu
  - kombinace fyzikálně chemických a biotechnologických metod

DESAR

Decentralised **Sa**nitation and **R**euse
Rozdělení odpadních vod z domácností

Typ	Obsah
klasická (classic)	toalety, koupelna, kuchyň, pračka
černá (black)	toalety
šedá (grey)	koupelna, kuchyň, pračka
světle šedá (light grey)	koupelna, pračka
žlutá (yellow)	moč
hnedá (brown)	fekálie

Kombinace anaerobních a aerobních procesů



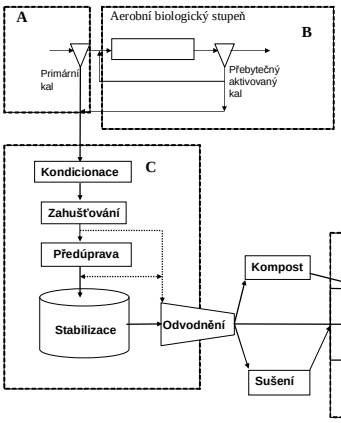
Kombinace fyzikálně chemických a biotechnologických metod

Technologie zpracování kalů

primární **- tj. metody úpravy vlastností**

finální **- tj. metody konečného využití nebo likvidace**

Primární metody slouží jako první stupeň a usnadňují průběh nebo jsou mnohdy podmínkou pro aplikaci finálních metod.



Obecné schéma zpracování čistírenského kalu

Mezi primární metody patří:

- ***separace*** **- oddělení kapalné a tuhé fáze**
- ***kondicionace*** **- chemická, termická nebo fyzikálně-chemická předúprava.**
- ***zahušťování a odvodňování*** **- zvýšení koncentrace sušiny kalu před jeho dalším zpracováním (na koncentraci sušiny do cca 40%);**
- ***sušení*** **- zvýšení obsahu sušiny na 60-95%;**
- ***anaerobní biologická stabilizace - metanizace*** **- zušlechtění přeměnou převážné části organické sušiny na bioplyn, současně dochází k minimalizaci množství zpracovávaného materiálu a k jeho hygienizaci.**
- ***další způsoby stabilizace***

Mezi finální metody patří:

- **Vyžití v zemědělství** (využití hnojivých vlastností anorg. a org. živin, přímá aplikace, kompostování)
- **Termické využití** (využití energie a dalších cenných látek)
- **Skládkování** (krajní způsob řešení)

Pro zemědělské využití se požaduje:

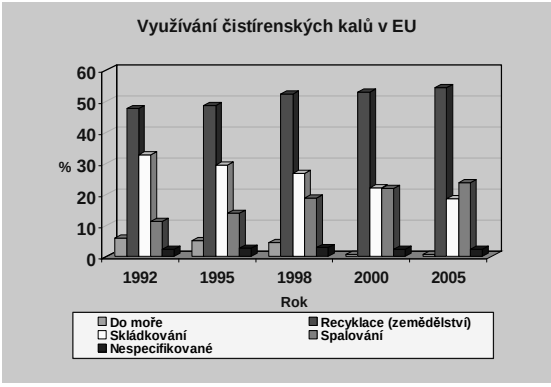
- **spolehlivost vzhledem k hygienizaci**
- **spolehlivost vzhledem k dlouhodobé ochraně půdy**
- **akceptovatelnost veřejností (politici, media)**
- **akceptovatelnost zpracovateli a spotřebiteli (farmáři, vlastníci, potravináři, spotřebitelé a jejich organizace)**

Technologie zpracování kalů

Závisí na způsobu konečného využití kalů

Nejběžnější způsoby konečného využití:

- **Recyklace – využití v zemědělství**
- **Energetické využití – zplyňování, pyrolýza**
- **Společné spalování s energetickým palivem**
- **Spalování v cementárenské peci**
- **Mokré spalování**
- **Samostatné spalování**
- **Skládkování**



Budoucí vývoj v používání jednotlivých technologií nakládání s kaly

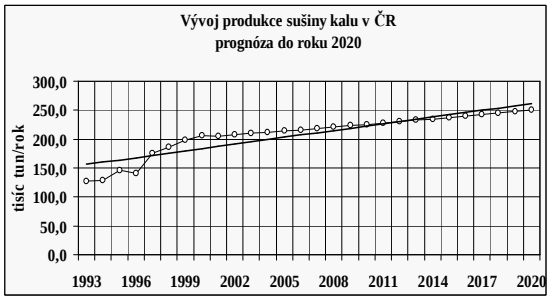
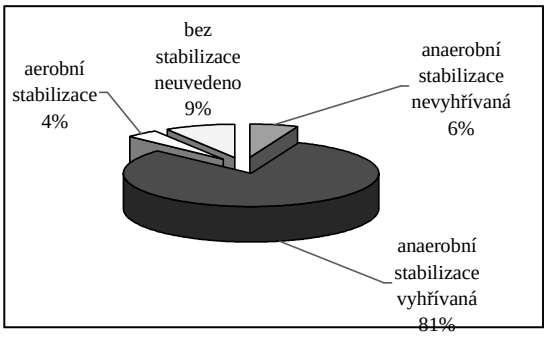
- **útlum v skládkování stabilizovaných kalů v souladu s trendem a požadavky legislativy zemí EU**
- **zachování trendu v zemědělském využívání stabilizovaných kalů**
- **požadavky na hygienizaci kalu**
- **nástup termických metod – sušení, zplyňování a různé způsoby spalování kalů**

Množství a produkce čistírenských kalů v ČR

	2001
Počet ČOV	1122
Množství čištěných odpadních vod	841,4 mil.m3/rok
z toho:	
splaškových	330,2 mil.m^3/rok
průmyslových a ostatních	169,7 mil.m3/rok
srážkových	341,4 mil.m3/rok
produkce kalu v sušině	**205,6 tis.t/rok**
z toho uloženo na skládce	**37,9 tis.t/rok**

Hodnocené ČOV podle RM (roční množství) čištěných odpadních vod v roce 2000

kategorie ČOV [tis.m^3]	RM [mil.m^3]	PK/rok [tis.t suš. kalu/rok]	tis. EO	SM/1 EO [m ^{3}/rok]	PK/1 EO [kg/rok]
>100	150,7	25,2	1671,7	90	15
20-50 (100)	182,1	32,0	1846,7	100	18
10-20	74,3	16,9	979,1	76	17
5-10	84,4	20,6	855	99	24
2-5	120,5	28,5	1477,8	82	19
<2	66,4	18,5	800,9	83	23
celkem	678,3	141,7	7601,4	89	19



Způsoby zpracování čistírenských kalů