



Ministerstvo životního prostředí
České republiky



Environmentální technologie a ekoinovace v České republice

Environmentální technologie a ekoinovace v České republice



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

Environmentální technologie a ekoinovace v České republice

Editorka: Helena Kollarová (CENIA)

Autoři: Vladimír Adamec (CDV Brno), Stanislav Bartusek (VŠB-TU Ostrava), Miloslava Behnerová (CENIA), Hynek Beneš (MŽP), Vladislav Bžek (Technologické centrum AV ČR), Vladimír Čablík (VŠB-TU Ostrava), Ivo Dostál (CDV Brno), Jiří Dufek (CDV Brno), Peter Fecko (VŠB-TU Ostrava), Miroslav Hájek (MŽP), Miluše Hlavatá (VŠB-TU Ostrava), Josef Horák (VŠCHT), Rudolf Cholava (CDV Brno), Antonín Jelínek (VÚZT), Zuzana Kábrtová (CENIA), Jan Kolář (CENIA), Alena Krejčová (SCHP), Roman Ličbinský (CDV Brno), Miloš Maier (ORGREZ, a.s.), Rostislav Malý (ORGREZ, a.s.), Alena Marková (MŽP), Klára Najmanová (MŽP), Ladislav Novák (SCHP), Olga Novotná (CENIA), Jan Prášek (CENIA), Světlana Svitáková (MŽP), Martin Šilhan (SCHP), Ladislav Špaček (SCHP), Ivana Špelinová (CENIA), Libor Špička (CDV Brno), Václav Štastný (VÚV), Markéta Valtová (CENIA), Zdenka Vdovcová (CENIA), Miroslav Vlasák (CENIA), Josef Votruba (ENVIROS, s.r.o.), Lucie Vravníková (CENIA), Filip Wanner (VÚV), Petra Zabloudilová (VÚZT), František Zapletal (ORGREZ, a.s.), Jan Zeman (CENIA), Eva Zichová (CENIA)

Překlad do angličtiny: Lucie Krágllová

Oponent: Vladimír Študent (CEMC)

Spolupracovníci: Leona Matoušková (CENIA), Jan Mertl (CENIA), Lenka Pátková (CENIA), Jana Petruchová (CENIA), Pavlína Slavíková (CENIA), Martina Svobodová (CENIA), Lenka Volaufová (CENIA)

Grafický design a sazba: PROXIMA STUDIO, spol. s r.o., Velehradská 19, 130 00 Praha 3

Tisk: GZH, s.r.o., Čapkova 284, 549 31 Hronov

Foto: © www.fotobanka.cz - Jan Podešva, Karol Hatala, Jaroslav Macháček, Michal Plihal, Otakar Petříček
www.sundayphoto.cz

Vydala: CENIA, česká informační agentura životního prostředí

Vydání: první

Publikace vznikla za finanční podpory Státního fondu životního prostředí České republiky.

ISBN: 978-80-85087-69-7

Vytlačeno na papíře vyrobeném bez použití chlóru.

Obsah

Předmluva	5
Úvod	7
1. Politika životního prostředí	8
2. Environmentálně šetrná výroba tepelné a elektrické energie	30
3. Šetrnější automobilová doprava	44
4. Technologie snižující emise skleníkových plynů v zemědělské výrobě	54
5. Materiálová účinnost	62
6. Udržitelné vodní hospodářství	74
7. Ochrana životního prostředí v souvislosti s výrobou chemických látek	86
8. Efektivní odpadové hospodářství	94
Závěr	105
Seznam zkratk	106
Seznam použitých zdrojů	108

Předmluva

Ochrana životního prostředí patří mezi rozhodující faktory, které vytvářejí podmínky podnikání, zejména ve výrobních odvětvích. Každý produkční proces nese určitou míru přímého nebo nepřímého znečištění životního prostředí. To musí být odstraňováno buď následně pomocí čistících technologií, nebo je možné snižovat environmentální dopady přímo v procesu výroby. V této publikaci se poprvé zveřejňuje rozdělení takových technologií na technologie první a druhé generace – „čističí“ a „nízkoemisní“.

Technologický vývoj v poslední době ukazuje, že vedle potřeby rychlého uplatnění se na trhu jako hnací síly inovace je dalším důležitým podnětem environmentální legislativa nebo jen záměr prostřednictvím této legislativy ekonomicky významně zasáhnout do stávajícího systému výroby. Cíle evropského klimaticko-energetického balíčku „20:20 do 2020“ jsou evidentně marketingovým heslem, nikoli vypočítaným potenciálem racionálních energetických a uhlíkových úspor. Přesto zafungovaly. Během necelých dvou let diskusí o klimatických změnách a evropských závazcích v této oblasti došlo k mnoha inovačním změnám, např. ve vývoji nových nízkoemisních a energeticky efektivních automobilových motorů.

Technologie druhé generace, energeticky a ekologicky úspornější ve srovnání s technologiemi stejné produktové skupiny, dokazují, že k faktické ekonomicky efektivní ochraně životního prostředí dochází pouze v tržně konformním prostředí. Přestože jsou některá „ekologizační“ opatření finančně náročná, konkurence na trhu neumožňuje přidat tyto náklady k ceně produktu, ale nutí hledat takové alternativy, které splní environmentální kritéria a zároveň zajistí konkurenceschopnou cenu výrobku. To je podstata „win-win“ efektu, ekologicky a ekonomicky příznivé inovace.

To je také důvod, proč podpora environmentálně příznivých technologií a jejich významu při řešení hospodářské recese Evropy, o níž slycháme z úst evropských mocných, nemusí být prázdnou floskulí, zbytečným zeleným heslem bez obsahu, ale reálnou cestou k efektivnějšímu, chytřejšímu a udržitelnějšímu hospodářství.

Jak takovou podporu uskutečnit, to už je větší oříšek. Nástrojů je několik, poptávka veřejného sektoru jako jednoho z největších zákazníků na trhu je jednou z dobrých možností. Dále však platí, že příliš podrobná reglementace výroby a poskytování podpor vybraným subjektům nebo odvětvím je cesta ve střednědobém horizontu nejméně vhodná.

Dalo by se říci: Vytvořte rámec podnikání a nechte fungovat trh.

Z dlouhodobého hlediska je to jediná cesta k udržitelnému rozvoji nejen České republiky.



Rut Bízková

náměstkyně ministra životního prostředí

Úvod

Využívání environmentálních technologií a podpoře ekoinovací je v současné době věnována velká pozornost v celosvětovém měřítku. Evropská komise považuje tuto oblast za jednu z klíčových pro další ekonomický rozvoj zemí Evropské unie. Proto je na celoevropské i národní úrovni realizována řada programů na podporu environmentálních technologií, které jsou zaměřeny na co možná nejširší spektrum ekoinovací a environmentálních technologií tak, aby byly uplatněny ve všech průmyslových odvětvích. Hlavním cílem publikace je představení problematiky a zmapování aktuální situace technologií přátelských k životnímu prostředí v České republice.

Zaměření publikace vychází zejména z definic pojmů ekoinovace a environmentální technologie, které určily základní rámec celé publikace. Výběr sektorového zaměření publikace má primárně postihnout odvětví, u nichž lze v České republice očekávat vysoký potenciál ekoinovativnosti a využívání environmentálně šetrných technologií. Vybraná odvětví jsou popsána spíše v obecné rovině, v ostatních případech je informace orientována na specifické technologie, s uvedením konkrétního případu úspěšné aplikace dané environmentální technologie v praxi. Publikace v první řadě poskytuje vstupní informace za účelem podnítit zájem o environmentálně šetrné technologie mezi odbornou i laickou veřejností, a to bez ambice vyčerpávajícím způsobem popsat všechna specifika environmentálních technologií a ekoinovací v daném sektoru.

Uvedení publikace v období českého předsednictví Evropské unii může být využito k prezentaci ekoinovativních environmentálních technologií, a to nejen z oblasti výzkumu a vývoje a vlastního výrobního procesu, ale také na příkladu použití dané technologie v praxi.



Politika životního prostředí



1 | Politika životního prostředí

Problematika ochrany životního prostředí je již několik desetiletí jednou z priorit jak většiny vyspělých států světa, tak i všech významných nadnárodních uskupení (OSN, OECD, EU). Nejpalčivějším globálním problémem současnosti je riziko změny klimatu, existují však i problémy další – dostupnost vody, znečištění ovzduší, rostoucí produkce odpadů, pokles biologické rozmanitosti, odlesňování a desertifikace a jiné.

Ochrana životního prostředí je všeobecně vnímána v rámci širšího konceptu udržitelného rozvoje, který se snaží nalézt rovnováhu mezi ekonomickým růstem, sociální soudržností a vyhovující kvalitou životního prostředí. Vzhledem k tomu, že naprostá většina problémů životního prostředí souvisí s lidskou činností, zaměřenou na ekonomický růst a tím na zajištění sociální soudržnosti, je nutno hledat taková řešení, která uspokojí oprávněný zájem populace na zvyšování nejen materiální úrovně, ale také kvality života obecně. Environmentální technologie, tedy technologie s minimálními dopady na životní prostředí, jsou základní cestou k dosažení tohoto cíle.

V současné době se světové společenství cítí ohroženo rizikem dopadů změny klimatu. EU přijala prostřednictvím klimaticko-energetického balíčku ambiciózní cíl snížit své emise skleníkových plynů o 20 % do roku 2020 oproti roku 2005. Snížení má být dosaženo zejména cestou podpory úspor energie a co nejširšího využívání jejich obnovitelných a alternativních zdrojů.

Události počátku roku 2009 však ukázaly, že stejně **naléhavým problémem je energetická bezpečnost (soběstačnost)** EU, která je odkázána na dovoz rozhodující části prvotních energetických zdrojů, a tato závislost se s největší pravděpodobností bude v nadcházejících letech dále prohlubovat.

Kromě rizika změny klimatu a ohrožení energetické bezpečnosti musí mnohé členské státy EU, ČR nevyjímaje, čelit dalším environmentálním problémům, zejména **znečištění ovzduší suspendovanými částicemi a přízemním ozonem, rostoucímu množství odpadu, chemizaci životního prostředí** atd. Méně vnímaným, nicméně významným problémem je také **surovinová bezpečnost** EU.

S vědomím všech výše popsaných problémů, které souvisejí s lidskou činností, se jasně ukazuje **význam environmentálních technologií**, tedy technologií, které mají oproti srovnatelným technologiím menší dopady na životní prostředí. Spotřebovávají méně energetických a materiálových vstupů a generují méně emisí skleníkových plynů a látek znečišťujících ovzduší, méně odpadních vod a méně tuhých odpadů.

Řada environmentálních technologií již byla vyvinuta a je úspěšně využívána, přesto však existuje velký prostor pro **inovativní řešení (eko-inovace)**, který je nyní rozšířen současnou **ekonomickou krizí**. **Nutné zásahy států do ekonomik** mohou a měly by být formulovány tak, aby zároveň vedly **k podpoře dalšího rozvoje environmentálních technologií** a celého sektoru environmentálních výrobků a služeb, a tím **k posílení ekonomického růstu včetně tvorby nových pracovních příležitostí**.

1.1 | Aktuální politiky životního prostředí

Politika životního prostředí je způsob, jakým příslušný subjekt pečuje a v určitém časovém horizontu hodlá pečovat o stav životního prostředí. Subjektem politiky životního prostředí může být nadnárodní uskupení, jednotlivý stát, administrativně-správní část státu, město či obec, ale také soukromoprávní subjekt (firma či podnikatelský svaz), politická strana nebo občanské sdružení.

Politika životního prostředí na nadnárodní či národní úrovni zahrnuje, kromě samotného způsobu řešení vlastních environmentálních problémů, také způsob, jakým hodlá stát či skupina států přispívat k řešení globálních environmentálních problémů.

Politika životního prostředí je formulována prostřednictvím **politického dokumentu**, schváleného orgánem s příslušnými pravomocemi. Politický dokument vždy obsahuje analýzu dosavadního vývoje, současného stavu a očekávaného výhledu a na jejím základě stanovuje priority, kvantifikované či nekvantifikované cíle, termíny k jejich dosažení a nástrojový mix¹. Nedílnou součástí politického dokumentu je také mechanismus pro monitorování pokroku v naplňování cílů politiky a pro případnou aktualizaci. Tam, kde je to možné, jsou uvedeny také odhady nákladů nutných k realizaci cílů a identifikovány možné zdroje financování.

1.1.1 | Politika životního prostředí Evropské unie

Na úrovni EU je základním politickým dokumentem v oblasti životního prostředí **Šestý akční program Společenství pro životní prostředí** (6th Environment Action Programme of the European Community 2002–2012), schválený rozhodnutím Evropského parlamentu a Rady č. 1600/2002 ES ze dne 22. 7. 2002 na období 2002 až 2012. V roce 2007 byla jeho platnost na základě průběžného hodnocení potvrzena do roku 2012.

1 nástrojový mix – komplexní a optimální soubor nástrojů pro dosažení daného cíle (politiky životního prostředí)

6. EAP stanovuje 4 klíčové priority v oblastech **změna klimatu, příroda a biologická rozmanitost, životní prostředí a lidské zdraví a kvalita života a přírodní zdroje a odpady**.

Mezi strategickými přístupy k naplnění environmentálních cílů 6. EAP explicitně uvádí **podporu udržitelných výrobních a spotřebních vzorců a zlepšení spolupráce a partnerství s podniky s cílem zaměřit se na udržitelné výrobní vzorce**, konkrétně zejména na podporu integrované výrobní politiky, která zohlední požadavky na ochranu životního prostředí během celého životního cyklu výrobků, podporu většího rozšíření a používání výrobních procesů (technologií) a výrobků šetrných k životnímu prostředí či stimulace inovací výrobků z hlediska jejich dopadů na životní prostředí. Mezi cíli a prioritními oblastmi činností k omezení dopadů změny klimatu je mimo jiné uvedena podpora energetické účinnosti a zavádění ekologicky efektivních metod a technik do průmyslové výroby.

Žádoucím efektem realizace 6. EAP, který přispívá k naplňování konceptu udržitelného rozvoje, je tvorba nových pracovních příležitostí **green jobs**².

Z průběžného hodnocení realizace 6. EAP (mid-term review), provedeného v roce 2007, vyplynulo, že implementace programu přispěla k rozvoji sektoru environmentálních technologií (ekoprůmysl), který ročně tvoří 2,2 % HDP EU a zaměstnává cca 3,4 miliony obyvatel.

Integrace problematiky ochrany životního prostředí do firemních strategií posiluje produktivitu a inovační potenciál firem a vytváří nové tržní příležitosti (např. green public procurement³). Ochrana životního prostředí vyžaduje také koordinovaný interdisciplinární výzkum a vývoj se zaměřením na inovace, což bylo jedním z hlavních impulsů k vytvoření Evropského technologického institutu.

Z doporučení pro další směřování environmentální politiky EU vyplývá, že: **„Komise a členské státy potřebují pokračovat v úsilí v oblasti podpory ekoinovací a environmentálních technologií, protože průmysl může významně přispět k řešení problémů životního prostředí. Nástrojem k tomu bude plná implementace Akčního plánu na podporu environmentálních technologií (Environmental Technology Action Plan), jakož i doplňkových opatření. Komise se bude snažit o integraci podpory environmentálních výrobků, služeb a procesů do své průmyslové i environmentální politiky. Vedle toho je nutno zlepšit**

2 green jobs – „zelené“ pracovní příležitosti jsou definovány jako pracovní příležitosti v zemědělství, průmyslu, výzkumu a vývoji, službách a administrativě, které významně přispívají k ochraně a obnově životního prostředí; zejména se jedná o pracovní pozice, jejichž účelem je ochrana a obnova ekosystémů a biodiverzity, snížení spotřeby energie, vody a dalších zdrojů prostřednictvím zvyšování účinnosti, úspor, snižování emisí oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů, předcházení a minimalizace vzniku všech druhů odpadů a znečištění

3 green public procurement – environmentálně šetrné veřejné zakázky (proces, kdy státní a veřejné instituce při svém nakupování upřednostňují výrobky a služby šetrné k životnímu prostředí)

fungování dobrovolných nástrojů v sektoru průmyslu (EMAS a environmentální značení), jejichž vysoký potenciál dosud nebyl zcela využit.“

Z uvedených skutečností vyplývá, že **6. EAP přisuzuje environmentálním technologiím a ekoinovacím vysokou důležitost a vytváří dostatečný rámec pro jejich další rozvoj a praktickou implementaci.**

1.1.2 | Politika životního prostředí České republiky

Základním politickým dokumentem na národní úrovni je **Státní politika životního prostředí České republiky 2004–2010**, schválená usnesením vlády č. 235 ze dne 17. března 2004. SPŽP pochopitelně reflektuje 6. EAP v oblasti životního prostředí, jakož i veškeré další relevantní strategické a politické dokumenty EU a je s nimi v souladu.

SPŽP se zaměřuje na čtyři **prioritní oblasti: Ochrana přírody, krajiny a biologické rozmanitosti, Udržitelné využívání přírodních zdrojů, materiálové toky a nakládání s odpady, Životní prostředí a kvalita života a Ochrana klimatického systému Země a omezení dálkového přenosu znečištění ovzduší**. Pro každou z prioritních oblastí jsou stanoveny **prioritní cíle, dílčí cíle a opatření** k jejich dosažení.

Z hlediska environmentálních technologií a ekoinovací jsou **nejvýznamnějšími prioritními cíli** SPŽP prioritní cíl 2.3: **Využívání obnovitelných zdrojů**, 2.4: **Snížování energetické a materiálové náročnosti výroby a zvyšování materiálového a energetického využití odpadů**, 3.5: **Omezování antropogenních/průmyslových vlivů a rizik** a samozřejmě 4.1: **Snížování emisí skleníkových plynů**.

SPŽP explicitně zmiňuje **integrováný přístup k prevenci a omezování znečištění** (Integrated Pollution Prevention and Control) a **aplikaci nejlepších dostupných techník** (Best Available Techniques) jako důležité nástroje k dosažení prioritních cílů.

V části SPŽP zaměřené na **sektorové politiky** je podpora environmentálních technologií uvedena zejména v kapitolách **Energetika (podpora zavádění moderních energetických technologií s vysokou účinností a co nejnižšími externími náklady)** a **Průmysl (zpracovat program podpory plošné aplikace nízkoe emisních, nízkoodpadových a energeticky úsporných technologií s přiměřenými náklady a s uzavřenými výrobními cykly)**.

V oblasti **nástrojů realizace SPŽP** je, vedle standardních právních (normativních) a ekonomických nástrojů, věnována pozornost **nástrojům dobrovolným (ekoznačení, systémy environmentálního managementu, čistší produkce, ekodesign, dobrovolné dohody, zelené nakupování) a výzkumu a vývoji (prosazovat výzkum technologií a zařízení pro ochranu a zlepšování životního prostředí a udržitelný rozvoj)**.

Z uvedených skutečností vyplývá, že také **Státní politika životního prostředí České republiky 2004–2010 vytváří dostatečný obecný rámec pro podporu rozvoje a aplikace environmentálních technologií a ekoinovací.**

1.2 | Politika v oblasti podpory environmentálních technologií a ekoinovací

Environmentální technologie je obecně, v souladu s kapitolou 34 Agendy 21⁴, definována jako **technologie, jejichž dopady na životní prostředí jsou nižší, než je tomu u technologií v ostatních parametrech srovnatelné.**

Návazně je definován **průmysl environmentálního zboží a služeb** (ekoprůmysl) jako **aktivita produkující zboží a služby, jejichž cílem je měřit, zabránit, limitovat, minimalizovat nebo napravovat škody na životním prostředí v oblasti klimatu, vody, ovzduší a půdy stejně jako problémy, které se týkají odpadů, hluku a ekosystémů.**

Z praktických důvodů je vhodné rozlišovat mezi environmentálními technologiemi první generace (primárními) a environmentálními technologiemi druhé generace (sekundárními). **Environmentální technologií první generace (end-of-pipe⁵) je technologie, jejímž jediným nebo hlavním účelem je snížení dopadů na životní prostředí.** Environmentální technologie první generace je provozována buď samostatně (čistiřna městských odpadních vod) nebo je součástí většího technologického celku (odsířovací zařízení). Vývoj a aplikace environmentálních technologií první generace jsou z rozhodující části vyvolány nutností dodržet povinnosti stanovené právními předpisy. Environmentální technologii první generace lze zcela jednoznačně definovat.

Environmentální technologií druhé generace je technologie primárně sloužící k výrobě materiálního statku nebo k zajištění služby, která však má v porovnání se srovnatelnou technologií zřetelně menší dopady na životní prostředí. Vývoj a aplikace environmentálních technologií druhé generace jsou také silně motivovány požadavky právních předpisů, oproti technologiím první generace však zde hrají větší roli také motivy ekonomické, tedy nutnost účinněji využívat materiálové a energetické vstupy. V případě environmentální technologie druhé generace může být její jednoznačná definice v některých případech obtížná.

4 Agenda 21 – programový dokument OSN schválený na konferenci v Rio de Janeiro v roce 1992

5 end-of-pipe technologie – koncové technologie, které slouží k nakládání se vzniklým odpadem a znečištěním (např. odlučovače, čistiřny odpadních vod, skládky, spalovny, úpravný odpadu apod.) a nejsou nutnou částí výrobní technologie

Nejlépe definovanou a právními předpisy zakotvenou kategorií environmentálních technologií jsou nejlepší dostupné techniky. Dle ustanovení § 2, písmeno f zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci se nejlepšími dostupnými technikami rozumí neúčinnější a nejpokročilejší stadium vývoje technologií a činností a způsobů jejich provozování, které ukazují praktickou vhodnost určitých technik navržených k předcházení, a pokud to není možné, tak k omezování emisí a jejich dopadů na životní prostředí.

Na úrovni EU jsou BAT pro vybrané průmyslové a zemědělské aktivity definovány a kvantifikovány prostřednictvím referenčních dokumentů (Best Available Techniques Reference Documents).

V novém návrhu směrnice o průmyslových emisích, která zahrne a nahradí stávající směrnici č. 96/61/ES k integrované prevenci a omezování znečištění a dalších 6 relevantních směrnic, je zvažováno posílení závaznosti a účinnosti BAT a příslušných referenčních dokumentů v procesu vydávání integrovaných povolení.

Pro účely hodnocení a posuzování jednotlivých konkrétních environmentálních technologií je nezbytné brát v potaz celý životní cyklus (Life Cycle Assessment), což je neobjektivnější dostupné kritérium pro posouzení environmentálních dopadů konkrétní technologie, výrobku či služby.

Ekoinovace je speciálním případem obecné inovace, kterou lze definovat jako proces, ve kterém vznikají a transformují se nové znalosti do užitečných výrobků, služeb a technologií určených pro národní i mezinárodní trhy, což vede nejen k vytváření ekonomických hodnot, ale také přispívá k vyšší kvalitě života.

Ekoinovace je tedy jakákoliv forma inovace mající za cíl významný a demonstratelný pokrok vzhledem k cíli udržitelného rozvoje tak, že jsou sníženy dopady na životní prostředí nebo je dosaženo mnohem účinnějšího a odpovědnějšího využití přírodních zdrojů včetně energie.

Většina členských zemí EU i OECD začíná ekoinovace považovat za prostředek pro dosažení environmentálních cílů a pro zvyšování konkurenceschopnosti domácích firem. Ekoinovace vytvářejí nové příležitosti pro podnikání prakticky ve všech oborech hospodářské činnosti, zejména v energetice, stavebnictví, průmyslu, dopravě a logistice, zemědělství, potravinářství, cestovním ruchu, těžebním průmyslu, v odpadovém a vodním hospodářství a i v samotné ochraně životního prostředí. OECD kromě těchto oblastí očekává významné ekoinovace i v „zelené“ chemii, která je založena zejména na biotechnologiích a biomase, a v zachycování a ukládání CO₂ ze spalovacích procesů. Předmětem ekoinovace tak mohou být stávající i nově vyvíjené environmentální technologie první i druhé generace.

1.2.1 | Nástroje k podpoře environmentálních technologií a ekoinovaci

Nástroje k podpoře environmentálních investic a ekoinovaci jsou, stejně jako nástroje politiky životního prostředí obecně, kategorizovány do následujících skupin:

- normativní (administrativní) nástroje,
- ekonomické a tržní nástroje,
- organizační a institucionální nástroje,
- informační nástroje,
- dobrovolné nástroje.

V oblasti normativních (administrativních) nástrojů jsou nejvýznamnějším impulsem k vývoji a aplikaci environmentálních technologií limitní hodnoty u zdrojů znečišťování (emisní limity, standardy, technické požadavky na provoz zařízení), stanovené složkovými právními předpisy. Zprostředkovaně jsou významné také standardy kvality životního prostředí (imisní limity, požadavky na kvalitu vod).

Mimořádnou úlohu mezi normativními nástroji hraje **princip integrované prevence a omezování znečištění**, který umožňuje do značné míry nastavit individuální podmínky provozu zařízení tak, aby byly dopady na životní prostředí minimalizovány. Takový přístup může vést jak k instalaci nové environmentální technologie, tak i k zvýšení účinnosti technologie stávající.

V ČR jsou v současné době k přímé či nepřímé podpoře environmentálních technologií anebo ekoinovaci aplikovány v různé míře zejména následující **normativní (administrativní) nástroje**:

- limitní hodnoty u zdrojů znečišťování (např. emisní limity pro zdroje znečišťování ovzduší),
- plošné standardy kvality životního prostředí (např. imisní limity, požadavky na kvalitu vod),
- výrobní standardy (např. paliva, pohonné hmoty, obaly),
- povinnosti při nakládání s určitými komoditami (např. chemické látky a přípravky, GMO, vybrané druhy odpadů, obaly),
- povinnosti při nakládání s energií (např. dle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií),
- technické požadavky na provoz zařízení (např. zdroje znečišťování ovzduší, zdroje znečišťování vod, skládky odpadů, velká průmyslová zařízení),
- povolení k provozu zařízení a k činnostem ovlivňujícím stav životního prostředí dle příslušných složkových zákonů (např. zákon o ochraně ovzduší, zákon o vodách, zákon o odpadech),
- integrovaná povolení (dle zákona o integrované prevenci),

- kvantitativní požadavky na národní úrovni (např. „kjótský“ závazek, národní emisní stropy, snižování množství biologicky rozložitelného odpadu ukládaného na skládky).

Ekonomické nástroje jsou aplikovány jednak ve formě přímé a nepřímé, jednak ve formě pozitivní či negativní stimulace. Přímá finanční podpora (pozitivní stimulace) je uplatňována především ve veřejném sektoru formou usměrňování finančních toků tak, aby vedly jednak k širší instalaci environmentálních technologií v zařízeních spravovaných veřejným sektorem, jednak k vyšší poptávce veřejného sektoru po environmentálně příznivých výrobcích a službách a po produktech ekoinovace. Významným stimulem je také příslušné nasměrování státem financovaných programů výzkumu a vývoje. Podpora z veřejných zdrojů může být konečně poskytována také občanům (např. dotace na změnu způsobu vytápění či na zateplení budov).

Zcela zásadním ekonomickým nástrojem jsou environmentálně šetrné veřejné zakázky, které mohou silně podpořit rozvoj a aplikace environmentálních technologií a vytvořit „trh s ekoinovacemi“ s tím, že při rozhodování by měl být zvažován celý životní cyklus technologie, výrobu či služby.

Nepřímá ekonomická stimulace (pozitivní i negativní) směřuje zejména do soukromého sektoru s tím, že obecně má podporovat instalaci environmentálních technologií (zejména v oblastech, které nejsou upraveny nástroji normativními) a vyplnit prostor daný rozdílem mezi zákonnými požadavky a možnostmi pokročilých environmentálních technologií. V praxi se může jednat o zrychlené odpisy environmentálních technologií, vyšší zahrnutí investic na vědu a výzkum do nákladů, možnost vytvoření rezervy na budoucí environmentální investice, uplatnění snížené daňové sazby DPH či odpuštění poplatků nebo jejich částí za znečišťování životního prostředí.

Nástroje ekonomické stimulace se výrazně projevují v oblasti výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, méně pak v oblasti výroby tepla z obnovitelných zdrojů.

Nepřímá podpora může být využita také pro zatraktivnění environmentálně příznivých výrobků a služeb pro občany (např. snížená sazba DPH).

V ČR jsou v současné době k přímé či nepřímé podpoře environmentálních technologií anebo ekoinovaci aplikovány v různé míře zejména následující **ekonomické nástroje**:

- daňové úlevy (např. nižší sazba DPH pro biopaliva, osvobození od DPH u projektů výzkumu a vývoje, daňová uznatelnost výdajů na vědu a výzkum, osvobození od daně z pevných paliv),
- obchodovatelné emisní povolenky (dle systému EU ETS),
- podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (dle zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie),
- environmentální platby (poplatky za znečišťování ovzduší a vod, poplatky za ukládání odpadů na skládky),

- přímá finanční podpora (zejména státní rozpočet, Státní fond životního prostředí ČR, fondy EU – Operační programy).

Vzhledem k tomu, že trvalým problémem rozvoje ekoinovací na straně nabídky je velmi nízká úroveň spolupráce soukromé sféry a veřejných organizací zabývajících se výzkumem a vývojem, je zcela nezbytné posílit nebo vytvořit podpůrné nástroje. Jestliže na straně privátního sektoru lze aplikovat ekonomické nástroje, na straně organizací vědy a výzkumu je vhodné zohlednit žádoucí aktivity v hodnocení výkonnosti a návazně v přidělování institucionálních prostředků, a to prostřednictvím institucionálních a organizačních nástrojů. Zásadní význam má také veřejná podpora zakládání a provozu vědeckých inkubátorů a technologických parků (jak na centrální, tak i na krajské či místní úrovni). Velmi důležitým administrativním nástrojem je konečně verifikace environmentálních technologií, která je základní podmínkou pro rozhodování o případné podpoře. Na úrovni EU se velmi osvědčuje spolupráce mezi veřejným a soukromým sektorem na bázi specializovaných platform.

V ČR jsou v současné době k podpoře environmentálních technologií a ekoinovací aplikovány v různé míře zejména následující **organizační a institucionální nástroje**:

- programy a koncepce (např. Program podpory environmentálních technologií v České republice, Národní inovační strategie, Národní inovační politika, Dlouhodobé základní směry výzkumu a vývoje, Národní program výzkumu, resortní programy),
- nákup environmentálně šetrných výrobků (dle usnesení vlády č. 720 k návrhu podpory rozvoje prodeje a užívání ekologicky šetrných výrobků, ze dne 19. července 2000),
- podpůrné struktury a mechanismy pro aplikaci dobrovolných nástrojů (ekoznačení, systémy environmentálního managementu).

Mezi informační nástroje patří jak povinnost opatřovat, zpracovávat a předávat informace o stavu životního prostředí a vlivech na něj působících (monitoring stavu životního prostředí, EIA, informace o environmentálních vlastnostech výrobků), tak i cílená práce s informacemi (vzdělávání, výchova a osvěta).

V oblasti environmentálních technologií má velký význam proces posuzování vlivů na životní prostředí (EIA), v jehož rámci lze stanovit podmínky na provoz zamýšleného zařízení. I když se jedná o nástroj měkký (teoreticky lze stavbu realizovat i v případě negativního stanoviska), v praxi jsou doporučení vzešlá z procesu EIA prakticky vždy respektována.

Z hlediska podpory ekoinovací má zásadní význam oblast výchovy a osvěty (jak v sektoru veřejné správy, tak zejména vzhledem k celé populaci), protože takovým způsobem lze stimulovat poptávku po environmentálně příznivých výrobcích a službách a vytvořit trh s ekoinovacemi.

V ČR jsou v současné době k podpoře environmentálních technologií a ekoinovací aplikovány různou měrou zejména následující **informační nástroje**:

- posuzování vlivů na životní prostředí (EIA),
- monitoring a vyhodnocování stavu životního prostředí,
- environmentální výchova a osvěta (zejména Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty),
- specializované informační nástroje (např. databáze environmentálně škodlivých podpor).

V oblasti dobrovolných nástrojů spočívá nejvýznamnější informační, morální i ekonomická podpora ekologicky šetrných výrobků a služeb, protože zvyšuje zájem výrobců o environmentální technologie a ekoinovace a stimuluje vznik a rozvoj environmentálního trhu, jelikož výrobci své produkty pochopitelně propagují a tím podněcují poptávku. Velký význam zde má součinnost s environmentální výchovou a osvětou.

Mezi dobrovolné nástroje patří systémy environmentálního řízení (EMAS, ISO 14000), čistší produkce, ekodesign, posuzování životního cyklu a dobrovolné dohody mezi privátním sektorem a veřejnou správou.

V ČR jsou v současné době k podpoře environmentálních technologií a ekoinovací aplikovány různou měrou zejména **následující dobrovolné nástroje:**

- environmentální značení (národní systém značení),
- systémy environmentálního managementu (EMAS, ISO 14000),
- projekty čistší produkce,
- dobrovolné dohody.

1.2.2 | Aktuální situace v oblasti podpory environmentálních technologií a ekoinovací na úrovni Evropské unie

Základním politickým dokumentem v oblasti podpory environmentálních technologií a ekoinovací je **Akční plán na podporu environmentálních technologií Evropské unie**, vyhlášený sdělením Evropské komise Radě a Evropskému parlamentu ze dne 28. 1. 2004 a schválený Radou v březnu 2004.

ETAP na straně jedné reflektuje požadavky politiky životního prostředí 6. EAP, na druhé straně se odkazuje na obecnější koncept udržitelného rozvoje a dále na Lisabonskou strategii⁶.

ETAP se zaměřuje na využití veškerého dostupného potenciálu environmentálních technologií tak, aby byly omezeny tlaky na přírodní zdroje, zlepšena kvalita života Evropanů a stimulován ekonomický růst.

⁶ Lisabonská strategie – základní dokument pro sociální a hospodářskou obnovu EU a pro obnovu životního prostředí, přijatý Radou Evropy v březnu 2000

Hlavním cílem ETAP je proto **odstranit překážky vývoje a zavádění environmentálních technologií**, přičemž **za jednu z klíčových cest k dosažení tohoto cíle je považována podpora ekoinovací** včetně podpory přístupu malých a středních inovativních firem k rizikovému kapitálu. ETAP stanovuje požadavky směrem k členským státům EU s cílem zvýšit podporu ekoinovací mimo jiné prostřednictvím národních programů určených obecně k podpoře výzkumu a vývoje, případně prostřednictvím dalších nástrojů, například finančních.

Obecnými prioritami ETAP jsou Posun od výzkumu k trhu, Zlepšení tržních podmínek a Globální akce. Pro jejich naplnění ETAP obsahuje celkem 28 termínovaných úkolů, z nichž 19 je explicitně uloženo členským státům.

ETAP obsahuje také příklady „dobré praxe“ v oblastech integrované politiky, partnerství veřejného a privátního sektoru v oblasti výzkumu a vývoje, šíření informací, demonstračních projektů či zelených veřejných zakázek.

V rámci Zprávy o implementaci ETAP za rok 2004 bylo členským státům uloženo připravit národní programy na podporu environmentálních technologií.

Význam ETAP je v posledních letech posílen zejména ambicemi EU v oblasti zmírňování dopadů změny klimatu, a to prostřednictvím tzv. klimaticko-energetického balíčku⁷.

Vedle ETAP je významným nástrojem podpory vývoje environmentálních technologií a ekoinovací **7. rámcový program výzkumu a vývoje technologií** na léta 2007–2013 (7th Framework Program for Research and Technological Development) a dále aktivity podporující partnerství veřejného sektoru, konkrétně **Spojené technologické iniciativy** (Joint Technology Initiatives) a **Evropské technologické platformy** (European Technology Platforms). Více či méně explicitně deklarovaná podpora ekoinovací je rovněž předmětem řady dalších programů na úrovni EU, aktuálně např. program Eco-innovations v rámci EU.

1.2.3 | Environmentální technologie v České republice

Období samostatné existence ČR lze z hlediska aplikace environmentálních technologií rozdělit do dvou období. Do roku 2000 vlivem nutnosti dodržet požadavky nových právních předpisů k ochraně životního prostředí zcela jednoznačně převažovaly technologie první generace. Po roce 2000 narůstá podíl technologií druhé generace, což do značné míry souvisí s investičním cyklem stávajících technologických celků i s investice-

⁷ Klimaticko-energetický balíček – soubor opatření navržených počátkem roku 2008 Evropskou komisí pro oblast energetiky a ochrany klimatu

mi do nově budovaných technologických celků. K rozšíření aplikace environmentálních technologií výrazně přispěla také implementace zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, v jejímž rámci byly z hlediska BAT posouzeny stávající technologie u více než tisícovky nejvýznamnějších průmyslových a zemědělských podniků a byly stanoveny environmentální požadavky u zařízení nově budovaných.

Z kvantitativního hlediska lze situaci v oblasti aplikace environmentálních technologií posoudit především pomocí statisticky sledované položky **celkové investice na ochranu životního prostředí**, členěné do oblastí **ochrana ovzduší a klimatu, nakládání s odpadními vodami, nakládání s odpady, ochrana a sanace půdy, podzemních a povrchových vod, omezování hluku a vibrací, ochrana biodiverzity a krajiny, ochrana proti záření, výzkum a vývoj**. Podíl celkových investic na ochranu životního prostředí na HDP v ČR v letech 1993 až 2006 je uveden v tabulce 1.

TAB. 1 | Podíl celkových investic na ochranu životního prostředí na HDP v ČR [%], 1993–2006

Rok	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Podíl na HDP [%]	2,00	2,50	2,20	2,20	2,24	1,76	1,39
Rok	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Podíl na HDP [%]	0,98	0,85	0,61	0,75	0,73	0,61	0,70

ZDROJ | ČSÚ

Poznámka: Při interpretaci údajů v tabulce je nutné brát v potaz poměrně vysoký růst HDP v období 2000 až 2006.

Největší podíl celkových investic, cca 80 %, byl vynaložen v oblastech ochrany klimatu a ovzduší a nakládání s odpadními vodami, s naprostou převahou investic do technologií první generace, které jsou v případě odpadních vod systémové povahy. V případě ovzduší se do inovací nejvíce investovalo v období do roku 2000. Příkladem významné investice do environmentální technologie druhé generace k ochraně ovzduší v období do roku 2000 je rozsáhlý program plynofikace měst a obcí či podpora obnovitelných zdrojů energie.

Stejně jako je tomu v případě nadnárodních uskupení i většiny vyspělých států, je **podpora vývoje a aplikace environmentálních technologií v současné době předmětem vysokého zájmu ČR.**

Vláda ČR schválila svým usnesením č. 181 ze dne 22. února 2006 **Program podpory environmentálních technologií v ČR (Program)**, který uložil na základě doporučení Evropské komise členským státům vypracovat národní plány implementace ETAP.

Cíl Programu je definován jako **koordinace podpory environmentálních technologií a příspěvek k implementaci ETAP** s tím, že jednotlivá konkrétní opatření měla být promítnuta do příslušných sektorových politik a programů. Program je orientován na maximální využití potenciálu environmentálních technologií s cílem dosáhnout maximálního snížení dopadu na životní prostředí.

V Programu je **environmentální technologie** definována jako **technologie, jejíž používání je méně škodlivé pro životní prostředí než u srovnatelných alternativ**.

V kapitole Programu **Národní politiky a strategie** jsou z hlediska možnosti podporovat vývoj a aplikaci environmentálních technologií stručně charakterizovány významné strategické a politické dokumenty. Jedná se o Strategii udržitelného rozvoje České republiky, Strategii hospodářského růstu České republiky, Národní program reform, Národní inovační strategii, Národní inovační politiku, Dlouhodobé základní směry výzkumu a vývoje, Státní politiku životního prostředí České republiky, Surovinovou politiku České republiky, Státní energetickou koncepci České republiky, Průmyslovou politiku České republiky, Koncepci proexportní politiky, Koncepci spotřebitelské politiky, Doprní politiku České republiky a Rámec udržitelné výroby a spotřeby České republiky.

Z analýzy výše uvedených 14 strategických a koncepčních dokumentů vyplývají následující závěry.

V ČR existuje vůle i možnost podporovat veškeré relevantní aspekty vývoje a implementace environmentálních technologií, slabinou však je především nízká míra koordinace, která je proto ospravedlněním přípravy Programu. V rámci Dlouhodobých základních směrů výzkumu a vývoje jsou z úrovně jednotlivých ministerstev **podporovány jak aktivity v oblasti materiálového a procesního výzkumu, tak i aktivity zaměřené na výzkum nových aplikačních možností obnovitelných zdrojů energie. Největší slabinou v ČR je malá schopnost využívání výsledků výzkumu a vývoje v praxi**, což je způsobeno na jedné straně nízkou mírou spolupráce vysokých škol a dalších výzkumných institucí s privátní sférou, na druhé straně malým počtem technologicky orientovaných firem, zejména malých a středních, neboť velké firmy mají velmi často vlastní výzkumná a vývojová pracoviště.

Z možných **nástrojů k podpoře environmentálních technologií** jsou v Programu uvedeny environmentálně šetrné veřejné zakázky, omezování environmentálně škodlivých podpor, ekologická daňová reforma, poplatky k ochraně životního prostředí, ener-

getické služby se zárukou, energetický benchmarking⁸, environmentální fondy, cenová regulace, podpory z veřejných rozpočtů, integrovaná prevence a omezování znečištění, systémy environmentálního řízení, čistší produkce, environmentální značení, ekodesign, posuzování životního cyklu, dobrovolné dohody, výchova a osvěta a mezinárodní spolupráce.

Většina z výše uvedených nástrojů je v ČR ve větší či menší míře již aplikována.

K realizaci Programu bylo navrženo **15 konkrétních opatření**, z nichž 3 jsou průběžná, 11 mělo termín nejpozději do konce roku 2006 a jedno do června roku 2007:

- v rámci Národního programu výzkumu III přiměřeně orientovat výzkum pro environmentální technologie,
- v rámci opatření č. 3 Národní inovační politiky přiměřeně orientovat výzkum pro environmentální technologie,
- analyzovat stávající legislativu v oblasti veřejných rozpočtů a navrhnout opatření k vyššímu využití environmentálně šetrných veřejných zakázek,
- analyzovat potenciál pro využití environmentálně šetrných veřejných zakázek, včetně navržení systémů sledování souvisejících dat,
- předložit pravidla environmentálně šetrných veřejných zakázek pro celý veřejný sektor,
- vydat metodiku k definici environmentálně šetrných výrobků a služeb, a to zejména v návaznosti na usnesení vlády ČR č. 720 k návrhu podpory rozvoje prodeje a užívání ekologicky šetrných výrobků, ze dne 19. července 2000,
- přijmout pravidla pro posuzování vlivu podpor na životní prostředí s cílem omezit podpory s negativním vlivem na životní prostředí,
- provádět namátková regionální šetření o vlivu podpor na životní prostředí,
- analyzovat dosavadní zkušenosti a přijmout opatření k vyššímu využívání energetického contractingu v ČR v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie,
- navrhnout indikátory pro vyhodnocování podpor environmentálních technologií,
- v souvislosti s implementací směrnice o zdanění energetických komodit navrhnout systém energetického benchmarkingu u energeticky náročných výrobků a technologií,
- vydat metodický pokyn k využití manažerského účetnictví k podpoře cílů strategie udržitelného rozvoje,

8 energetický benchmarking – srovnávací analýza různých aspektů činností a struktury odvětví a pododvětví energetiky, případně skupin, podskupin nebo i jednotlivých energetických zařízení podle zvolených parametrů – klíčových indikátorů, které jsou v rámci analýzy definovány, zjišťovány a případně měřeny

- vyhodnotit zkušenosti s naplňováním článku 6 směrnice 2001/77/ES Evropského parlamentu a Rady,
- posílit environmentální kritéria u Strukturálních fondů v rámci výhledu na léta 2007 až 2012,
- analyzovat možnosti vzniku environmentálních fondů a navrhnout postup uplatnění v podmínkách ČR.

Program, i přes určitou obecnost, výstižně charakterizuje situaci v oblasti podpory environmentálních technologií v ČR v období do roku 2005 a vytváří základní rámec pro následné aktivity.

Ministerstvu životního prostředí bylo uloženo každoročně ve spolupráci s věcně příslušnými ministerstvy provádět **hodnocení plnění Programu** a jedenkrát za dva roky jej předkládat vládě. Na konci roku 2008 byl vládě ČR předložen první hodnotící materiál **Průběžné hodnocení Programu podpory environmentálních technologií v České republice (Průběžné hodnocení)**, který obsahuje **příklady konkrétních opatření, jež přispěla v hodnoceném období k podpoře environmentálních technologií** (výroba tepla s využitím biopaliv, využívání alternativních paliv v dopravě, intenzifikace produkce bioplynu, integrovaná prevence a omezování znečištění). Průběžné hodnocení dále obsahuje **jednotlivé způsoby podpory environmentálních technologií**, jimiž jsou Podpora výzkumu a vývoje, Environmentálně šetrné veřejné zakázky, Definice environmentálně šetrných výrobků, Posuzování vlivu podpor na životní prostředí, Využívání energetických služeb, Indikátory pro vyhodnocování podpor, Systém energetického benchmarkingu, Manažerské účetnictví udržitelného rozvoje, Zkušenosti s podporou obnovitelných zdrojů energie, Environmentální kritéria u Strukturálních fondů a Ekologické investiční fondy.

Z Průběžného hodnocení vyplývá, že **způsoby podpory rozvoje a aplikace environmentálně příznivých technologií jsou v ČR značně různorodé a jejich realizace se daří v různé míře**. Prokazatelných výsledků bylo dosaženo v oblastech Výroba tepla s využitím biopaliv (daňová zvýhodnění), Využívání alternativních paliv v dopravě (přimíchávání biosložky do pohonných hmot), Integrovaná prevence a omezování znečištění (vydání integrovaných povolení pro stávající zařízení), Podpora výzkumu a vývoje (MŽP, MZe, MPO, MD, MŠMT), Nákupy ekoznačených výrobků centrálními orgány (podíl na nákupech 27 %), Zavádění systémů environmentálního managementu (dle EMAS certifikováno 33 organizací, dle ISO 14001 certifikováno cca 3 500 organizací).

Pro nadcházející období je v Průběžném hodnocení doporučeno zaměřit úsilí ČR do následujících oblastí:

- **oblast energetického balíčku** (úspory energie/energetická účinnost, lokální výroba energie a efektivní distribuce energie),

- **oblast klimaticko-energetického balíčku** (snížení emisí skleníkových plynů a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů, přizpůsobení mechanismů obchodování s emisními povolenkami revidovanému znění směrnice 2003/87/ES o vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů),
- **oblast udržitelné dopravy** (emisní limity pro oxid uhličitý pro nová osobní vozidla, používání pneumatik s nízkým valivým odporem),
- **některé tematické strategie EU** (Akční plán udržitelné spotřeby a výroby a udržitelné průmyslové politiky),
- **inovativní environmentální technologie** (druhá generace biopaliv, hybridní automobily, technologie pro zachycování a skladování CO₂, bioplasty, membránové technologie pro filtraci vody, využití solární technologie pro klimatizaci, decentralizované nakládání s vodami, automatická separace surovin z odpadů),
- **inovace ve stavebnictví** (stavební hmoty, stavební konstrukce, efektivní přenos tepla).

1.2.4 | Ekoinovace v České republice

Jestliže v případě podpory environmentálních technologií ČR připravila a realizuje příslušné podpůrné aktivity, v případě podpory ekoinovací je teprve na začátku. **Problémy podpory ekoinovací existují v ČR jak na straně poptávky, tak na straně nabídky.**

Z hlediska poptávky po ekoinovacích lze za největší problém považovat skutečnost, že **veřejný sektor**, jehož výdaje se na celkové konečné spotřebě podílejí cca 30 %, **nedostatečně poptává environmentálně příznivé výrobky a služby**. Ještě výrazněji se to projevuje v případě spotřeby domácností, jejichž podíl na celkové konečné spotřebě činí téměř 70 %. Potenciální zájemci o realizaci ekoinovativních aktivit, ani potenciální spotřebitelé nejsou dostatečně tržně motivováni.

Z hlediska nabídky ekoinovací lze na základě analytických šetření identifikovat následující hlavní bariéry:

- **státní podpora ekoinovací je nekoncepční, neefektivní a nekoordinovaná,**
- **spolupráce mezi vědecko-výzkumnými pracovišti a privátní sférou je nedostatečná,**
- **absence rizikového kapitálu a ekonomických pobídek (dotace, daně, odpisy),**
- **nedostatek lidských zdrojů s potřebnými odbornostmi a s potřebnou mírou flexibility.**

Průběžné hodnocení specifikuje následující **prioritní oblasti možné podpory ekoinovací:**

- druhá generace biopaliv,
- hybridní automobily,
- technologie pro zachycování a skladování CO₂,
- bioplasty,
- membránové technologie pro filtraci vody,
- využití solární energie pro klimatizaci,
- decentralizované nakládání s vodami,
- automatická separace surovin z odpadů,
- nové stavební hmoty,
- efektivní přenos tepla.

1.2.5 | Výhled pro nadcházející období v České republice

Začátkem roku 2009 připravilo MŽP **materiál k aktualizaci Programu (Aktualizace)**, který byl projednán a schválen poradou vedení MŽP dne 10. 4. 2009. Dokument klade **zvýšený důraz na problematiku ekoinovací a v navrhovaných opatřeních reflektuje dopady globální finanční a ekonomické krize.**

Pro nadcházející období jsou v Aktualizaci navrženy **věcné priority v oblastech snížení emisí skleníkových plynů a látek znečišťujících ovzduší** (s důrazem na integrovaný přístup), **snížení množství produkovaných a vypouštěných odpadních vod a snížení množství produkovaných odpadů a opětovného využití odpadů.** Jako **sektorové priority** jsou stanoveny **energetika, doprava a zpracovatelský průmysl.** V rámci Aktualizace je navrženo **18 konkrétních opatření** na čtyřech úrovních veřejné správy.

1. Opatření vyžadující změnu legislativy (zákony):

- nastavit parametry daňového a poplatkového systému tak, aby podporovaly zvyšování účinnosti a rozvoj environmentálních technologií, a stimulovat také poptávku po environmentálně šetrných výrobcích a službách,
- zvýšit podíl nákupů environmentálně šetrných produktů (výrobků i služeb) při veřejných zakázkách.

2. Opatření vyžadující souhlas vlády (podzákoné normy, usnesení vlády):

- zvyšovat energetickou účinnost na straně výroby i spotřeby,
- podporovat bezuhlíkové nebo nízkouhlíkové technologie,
- podporovat využívání OZE v oblasti výroby tepla a vytápění.

3. Opatření vyžadující dohodu mezi dvěma či více ministerstvy:

- posílit environmentální kritéria v Operačních programech,
- podporovat vyšší využívání energetického contractingu v ČR v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie,
- navrhnout systém benchmarkingu u environmentálně relevantních (zejména energeticky a materiálově náročných) výrobků a technologií se zohledněním LCA,
- v rámci realizace Národního programu výzkumu III ustanovit priority pro ekoinovace,
- v systému podpory VaV obecně a zejména v oblasti ekoinovací posílit důraz na spolupráci s komerčním sektorem,
- podpořit mobilitu pracovníků VaV mezi výzkumnými organizacemi a podnikovou praxí v oblasti ekoinovací,
- vytvořit systém podpory pro financování testovacích fází ekoinovací a prvních (referenčních) realizací ekoinovativních technologií,
- zvýšit dostupnost kapitálu pro ekoinovativní projekty malých a středních firem,
- iniciovat a podpořit vznik zájmového uskupení (klastru) reprezentujícího sektor environmentálních technologií a ekoinovací,
- vytvořit veřejně dostupný registr o projektech VaV pro oblast ekoinovací.

4. Opatření v kompetenci MŽP:

- provozovat registr vybraných environmentálně škodlivých podpor v ČR,
- vyvinout nástroje a zajistit odpovídající strukturu a odbornou a organizační kapacitu pro posuzování a verifikaci environmentálních technologií,
- připravit indikátory pro posuzování a verifikaci environmentálních technologií na základě jednotného evropského systému ověřování environmentálních technologií (Environmental Technology Verification) se zohledněním LCA.


Přijetí v Aktualizaci navržených opatření bude mít výrazný pozitivní vliv na stav základních složek životního prostředí, protože povede ke snížení materiálové a energetické závislosti ekonomiky, a tím k omezení emisí skleníkových plynů (zejména CO₂) a látek znečišťujících ovzduší, ke snížení množství vypouštěných odpadních vod a k omezení produkce odpadů, a napomůže tak k plnění mezinárodních závazků, které ČR v oblasti ochrany životního prostředí přijala nebo hodlá přijmout (zejména závazky plynoucí z klimaticko-energetického balíčku či národní emisní stropy pro některé znečišťující látky). Navržená opatření navíc posílí zejména energetickou, ale částečně také surovinovou soběstačnost ČR.

Z ekonomického hlediska přijetí navrhovaných opatření posílí žádoucí (a do značné míry chybějící) spolupráci mezi vědecko-výzkumnými institucemi a privát-

ním sektorem a přispějí tak k posunu ČR směrem k znalostní ekonomice. Kromě toho lze očekávat také tvorbu nových pracovních příležitostí posílením segmentu malých a středních inovativních firem.

Řada z navrhovaných opatření v Aktualizaci přispěje také ke zmírnění dopadů aktuální ekonomické krize. Jedná se zejména o opatření, zaměřená na stimulaci poptávky po environmentálně šetrných výrobcích a službách, na zvyšování energetické účinnosti a využívání obnovitelných zdrojů energie, rozvoj nových technologií, posilování vědecko-výzkumných institucí a jejich spolupráce s komerčním sektorem a na financování rozvoje ekoinovací a usnadnění jejich převodu do praxe.





Environmentálně šetrná výroba tepelné a elektrické energie



2

2 | Environmentálně šetrná výroba tepelné a elektrické energie

Těžba fosilních paliv, která jsou základním zdrojem pro výrobu tepelné i elektrické energie, má negativní vliv na krajinný ráz. Využívání fosilních paliv je rozhodujícím zdrojem emisí skleníkových plynů a v důsledku emisí znečišťujících látek do ovzduší má také negativní vliv na zdravotní stav obyvatelstva, půdu a lesní porosty. Zásoby primárních surovin pro energetiku se neustále ztenčují.

ČR klade důraz na udržitelný rozvoj energetiky, tedy na to, jakou technologií a s jakými důsledky pro životní prostředí probíhá a hlavně bude probíhat celý proces výroby energií. **V ČR v minulých letech již bylo provedeno odprašení a odsíření, případně denitrifikace tepelných elektráren a velkých tepláren. Inovace technologických zařízení v současné době probíhají na vyšší kvalitativní úrovni. Cílem inovací je dosáhnout prostřednictvím vyšší tepelné účinnosti elektrárenských bloků snížení produkce emisí.**

Ani tato opatření však nezaručí z dlouhodobého hlediska vyloučení negativního vlivu výroby elektrické energie a tepla na životní prostředí. **Dalším cílem inovací je proto dosažení takového rozvoje, aby došlo ke stabilizaci koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na úrovni, která by umožnila předejít nebezpečným důsledkům působení lidstva na klimatický systém¹.**

S ohledem na cíle, které jsou pro oblast energetiky stanoveny v SPŽP, nabývají v současnosti na významu energetické zdroje, které negativní vliv na životní prostředí buď vůbec nemají nebo je jejich vliv jen minimální. Jedná se o jadernou energetiku a obnovitelné zdroje energie, mezi které patří využití energie vody, větru, slunce, biomasy, biopaliva a geotermální energie.

1 snížení důsledků lidské činnosti na klimatický systém – omezení nárůstu průměrné teploty na zeměkouli o 2 °C do roku 2100



2.1 | Palivové články a vodíková energetika

Palivové články jsou elektrochemická zařízení vyrábějící elektrickou energii. Představují technologii, která **umožňuje efektivnější a flexibilnější využití paliv**, zahrnující zemní plyn, bioplyn, vodík nebo metanol. Jejich použití se předpokládá hlavně v dopravě a energetice, tedy tam, kde by mohly **nahradit klasické spalovací motory**. Palivové články mohou sloužit např. jako záložní jednotky v nemocnicích, armádních zařízeních, nebo na odlehlých místech.

Podle současných predikcí budou v budoucnosti v energetice hrát klíčovou roli palivové články využívající plyn ze zplyněného uhlí. Zmíněná předpověď vychází z existence zdroje pracujícího s účinností nad 60 % a emisemi na úrovni 10 % dnešních technologií, navíc s možností zachycovat CO₂ a nakládat s ním podle nově připravovaných technologií (viz kapitola 2.5 Technologie pro zachycování a skladování CO₂). Vývoj a realizace této technologie jsou reálné již v první čtvrtině 21. století. V ČR jsou palivové články vyvíjeny a testovány na univerzitních pracovištích, např. na Fakultě elektrotechnické ČVUT nebo v Ústavu anorganické technologie VŠCHT a jinde.

Intenzivně **je připravován i přechod na vodíkovou energetiku, která by mohla přispět k řešení současného problému skladování elektřiny a tepla**. Stále se však jedná o vizi, ne o komerčně dostupné technické řešení.

2.2 | Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

Jedním z prvních indikativních závazků ČR v přístupové dohodě k EU z roku 2004 bylo stanovení podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě ČR v roce 2010 ve výši 8 %. Na konci roku 2007 tento podíl představoval 4,74 %. Z toho je zřejmé, že v ČR se stále jedná o nový rozvojový směr energetiky, jenž vyžaduje podporu. Hlavním důvodem pro podporu výroby energie z OZE je její význam pro dosažení udržitelného rozvoje energetiky. Předpokládá se rovněž, že v budoucnu potřeba subvencování úplně vymizí nebo se značně sníží. Přehled o výrobě elektřiny z OZE udává tabulka 2.

TAB. 2 | Výroba elektřiny z OZE v ČR [MWh, %], 2007

Obnovitelný zdroj elektřiny	Hrubá výroba elektřiny [MWh]	Dodávka elektřiny do sítě [MWh]	Podíl na hrubé domácí spotřebě elektřiny [%]	Podíl na hrubé výrobě elektřiny [%]
Vodní elektrárny	2 089 600,0	2 080 800,0	2,90	2,37
Biomasa celkem	968 062,9	403 706,1	1,34	1,10
Bioplyn celkem	215 223,0	138 485,0	0,30	0,24
Tuhé komunální odpady (BRKO)	11 975,1	5 074,0	0,02	0,01
Větrné elektrárny	125 100,0	124 700,0	0,17	0,14
Fotovoltaické systémy (odhad)	2 127,0	1 800,0	0	0
Kapalná biopaliva	9,0	8,2	0	0
Celkem OZE	3 412 097,0	2 754 573,3	4,73	3,86

ZDROJ | MPO

Teoretický potenciál výroby elektřiny z OZE v ČR je 50 TWh. Z těchto 50 TWh připadá 5 % na vodní elektrárny, 12 % na větrné elektrárny, 20 % na geotermální energii, 26 % na energii z biomasy a 37 % na sluneční energii. Skutečný potenciál, ovlivněný hlavně ekonomikou a dostupnými lokalitami pro tyto zdroje, bude nižší.

2.2.1 | Vodní elektrárny

Vodní elektrárny jsou v ČR nejvíce rozšířená zařízení pro výrobu energie z OZE. Jejich **předností je flexibilita a rychlé starty díky akumulaci energie vody v přehradních nádržích**. Proto se **významnou měrou podílejí na udržování rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektřiny v energetických sítích**.

Podíl VE na výrobě elektřiny z OZE kolísá, výroba je silně závislá na vodnatosti toku v průběhu roku. Celoroční objem dodávek elektřiny z VE v ČR se nyní pohybuje okolo 2,5 TWh za rok. Stavba velkých přehrad způsobuje značný zásah do krajiny a místních ekosystémů a mění mikroklimatické podmínky v okolí. Proto do budoucna nelze předpokládat výraznější navýšení počtu velkých vodních elektráren. Podporován je naopak **vývoj technologií pro malé vodní spády a přímoproudé² mikro a malé VE, kterými nejsou říční toky a vodní živočichové vážněji ovlivňovány**. Vodní energie je proto energetický zdroj vyhledávaný často drobnými investory i pro účely vlastních dodávek elektřiny, za které lze obdržet finanční zvýhodnění, tzv. zelené bonusy.

2 přímoproudé vodní elektrárny – vodní elektrárny umístované přímo do vodního proudu



Kromě velkých VE (nad 10 MW) je **v ČR v provozu 536 malých VE a tento počet dále roste**. Mezi významné výrobce turbín a zařízení pro malé VE patří ČKD Blansko holding a.s., která dodává turbíny nejen v ČR, ale také v dalších zemích Evropy, v Asii i v Americe. Ve výrobním programu společnosti jsou všechny používané typy turbín. Společnost rovněž disponuje výzkumným ústavem vodních strojů a hydraulickou zkušebnou, kterou vlastní na světě pouze několik organizací v oboru.

2.2.2 | Větrné elektrárny

Ke konci roku 2008 bylo v ČR instalováno ve větrných elektrárnách celkem 149,7 MW elektrického výkonu a podle počtu podaných žádostí o posouzení vlivu na životní prostředí **lze usuzovat, že rozvoj bude pokračovat i v letech dalších**. Mezi investory se **jedná o vyhledávaný energetický zdroj s krátkou dobou výstavby**.

Značnou nevýhodou VtE je přerušovaná výroba energie. Při velké koncentraci VtE může dojít až k ohrožení stability provozu přenosové soustavy, známému „blackoutu“³. Proto je zatím nutné, aby VtE měly 100% zálohu v klasických zdrojích výroby elektřiny. Řešení se hledá ve spojení VtE s akumulací energie, v zapojení VtE do tzv. inteligentních sítí (viz kapitola 2.7 Rozvoj inteligentních sítí) a v posílení mezistátních propojení energetických soustav, čímž by se VtE staly zdroji s předpověditelnou výrobou.

VtE jsou v současnosti budovány po celém území ČR. Investory jsou velké korporace jako ČEZ, a.s. a JT Group s.r.o., i malé subjekty. K červnu 2008 bylo v ČR instalováno 52 VtE. V současné době probíhá například instalace a projektová příprava v lokalitách Pchery na Kladensku (2 x 3 MW), větrný park ve Stříbře na Tachovsku (13 x 2 MW), nebo v okolí jaderné elektrárny Dukovany (9 x 2 MW).

2.2.3 | Spalování biomasy

Energetickým využíváním biomasy se rozumí spalování dřevní nebo rostlinné hmoty převážně ve formě pilin, štěpky, celulósových výluhů a odpadního dřeva, a to jak samostatně, tak společně s fosilními palivy za účelem výroby elektřiny nebo tepla. Biomasa je považována za obnovitelný zdroj, který velkou měrou přispěje k naplnění cíle 8% podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě ČR v roce 2010. S biomasou jsou spojována velká energetická a ekologická očekávání. Má totiž

3 blackout – přerušení dodávky elektrické energie ve velkém měřítku

v podmínkách ČR ze všech obnovitelných zdrojů největší potenciál pro technické využití v krátkodobém horizontu.

Ve velkém se osvědčilo spoluspalování biomasy s uhlím ve velkých elektrárnách s podílem biomasy až do 30 %. Po úpravách technologie počítají teplárny na uhlí s využitím biomasy s podílem spoluspalování až do 50 %.

Střední a velké zdroje spalování se na spalování biomasy podílejí významnou měrou, k červnu 2008 bylo evidováno 186 takových spalovacích zdrojů. Některé použité technologie jsou přitom unikátní, např. budovaný termoolejový kotel na dřevní štěpku s ORC⁴ modulem Žatecké Teplárenské a.s. Kotel používá pro pohon turbíny organické uhlovodíky, na místo klasické vodní páry. Zdrojem uhlovodíků je termoolej ohříváný na cca 300 °C. Technologie vykazuje minimální emise znečišťujících látek do ovzduší ve srovnání se spalovacími zařízeními shodných parametrů.

Největšího rozšíření při spalování biomasy dosahují malé zdroje spalování do 200 kW, které je nutné speciálně konstruovat pro účely spalování biomasy.

Pokud je biomasa správně spálena, jedná se o **ekologicky nejpřátelštější palivo.** Jediným příspěvkem ke znečištění ovzduší jsou NO_x, které vznikají při každém spalování za přítomnosti atmosférického vzduchu.

TAB. 3 | Energetické využití biomasy v ČR [t], 2007

Palivo	Na výrobu elektřiny	Na výrobu tepla	Celkem
Dřevní odpad, štěpky, piliny atd.	402 987	934 669	1 337 656
Palivové dřevo	–	54 635	54 635
Rostlinné materiály	16 220	22 260	38 480
Brikety a pelety	24 321	15 529	39 850
Celulózové výluhy	221 563	888 915	1 110 478
Ostatní biomasa	286	192	478
Celkem	665 377	1 916 200	2 581 577
Odhad spotřeby dřeva v domácnostech			3 585 103
Vývoz biomasy vhodné k energetickým účelům			591 740
Celkem energeticky využitá, či vyvezená biomasa			6 758 420

ZDROJ | MPO

4 ORC – organický Rankinův cyklus; elektrárenský kondenzační cyklus, který používá namísto vody, resp. vodní páry jako pracovní látku v primárním okruhu směs organických sloučenin (silikonový olej), které jsou svými termodynamickými vlastnostmi vhodné k použití v tepelném oběhu



Vhodnou spalovací techniku vyrábí např. společnost Jaroslav Cankař a syn ATMOS, jejíž kotle na zplyňování dřeva umožňují spalování biomasy při vývinu dřevoplynu. Z biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky (dřevoplyn), které jsou dále zahřívány bez přístupu vzduchu ve spalovacím prostoru a spalovány jako jiné plynné palivo. Část

vzniklého tepla je používáno na další zplyňování biomasy. Kotle se vyznačují v závislosti na kvalitě paliva vyšší účinností (81–89 %) oproti klasickému spalování (70 %) a minimálními emisemi do ovzduší. Kotle ATMOS splňují limity pro udělení známky Ekologicky šetrný výrobek a splňují požadavky dotačního programu Zelená úsporám.

2.2.4 | Fotovoltaické elektrárny

Přímá proměna slunečního záření na elektrickou energii ve fotovoltaických panelech je do roku 2050 **považována za nejperspektivnější technologii výroby energie z OZE**, ačkoliv její rozvoj zatím vyžaduje nejvyšší subvence. **Pro svůj výkon nepotřebuje žádné palivo, neemituje žádné znečišťující látky do ovzduší a neobsahuje točivý systém, obvyklý zdroj poruch nebo hluku**, kterým se vyznačují ostatní zařízení na výrobu energie z OZE.

Již dnes instalovaný výkon ve FVE prudce roste, pokud jde o procento změny proti předchozímu roku. V roce 2007 představoval instalovaný výkon cca 5,4 MWp⁵, na konci roku 2008 to bylo již 54,7 MWp.

Významný je přínos FVE k ochraně životního prostředí, např. FVE Bušanovice I a II uspoří ročně 1 500 tun emisí CO₂ oproti výrobě elektřiny v tepelné elektrárně.

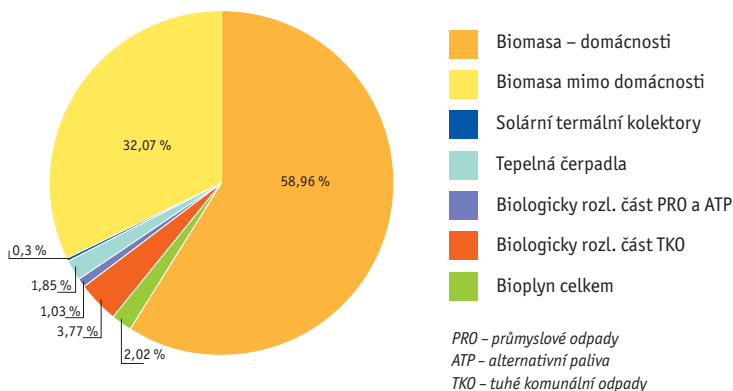
2.3 | Užití OZE pro dodávky tepla a chlazení

Dodávky tepla průmyslu i domácnostem se na konečné spotřebě energie ČR, která činí 1 100 až 1 200 PJ, podílejí přibližně 180 až 200 PJ, z toho připadá 50 PJ na domácnosti, zbytek na průmysl a ostatní.

⁵ MWp – megawatt peak; jednotka špičkového výkonu dodávaného solárními zařízeními za ideálních podmínek (za bezoblačného dne)

Na dodávkách centrálně dodávaného tepla se rovněž podílí energie z OZE. Biomasa, bioplyn a geotermální teplo ve spojení s tepelným čerpadlem jsou používány jak pro větší systémy zásobování teplem, tak i pro systémy malé nebo o velikosti vhodné pro jednotlivé domy nebo rodinné domky. V protikladu k tomu, solární kolektory pro ohřev teplé vody jsou téměř výhradně používány pro jednotlivé budovy a rodinné domky.

GRAF 1 | Struktura výroby tepla z OZE v ČR [%], 2007



ZDROJ | MPO

Zatímco některé systémy pro dodávku tepla z OZE jsou komerčně dostupnými a používanými (solární panely a kolektory pro ohřev vody, topidla na dřevo, spalování bioplynu), **v začátcích je v ČR využívání OZE pro ochlazování.** Moderní technologie, která se nazývá trigenerace, umožňuje dnes využití tepelného čerpadla v zimě pro vytápění a v letním reversním provozu pro ochlazování (viz kapitola 4.3.3 Trigenerace).



2.4 | Technologie čistého uhlí

Tradiční spalování uhlí na roštu je stále nejběžnější technologií pro menší kotle na uhlí, která se v ČR uplatňuje hlavně u průmyslových a místních zařízení centrálního zásobování teplem.

Dnešní kotle kondenzačních elektráren jsou vybaveny technologií práškového (granulačního) nebo fluidního spalování. Kotle vyrábějí páru, která je hnacím médiem turbín, na jejichž ose jsou umístěny generátory na výrobu elektrické energie.

Pára vyrobená stávajícími elektrárenskými kotli dosahuje podkritických parametrů. To znamená, že tlak páry dosahuje maximálně 18 MPa a teplota této páry se pohybuje v rozmezí 540–580 °C, což umožňuje maximální čistou energetickou účinnost⁶ v rozsahu 32–35 %. Pro zvýšení energetické účinnosti a tím i snížení emisí do ovzduší a dosažení úspor paliva byly vyvinuty dokonalejší systémy, které spolu s dalšími vylepšeními na celém cyklu výroby elektrické energie a tepla nazýváme technologií čistého uhlí.

2.4.1 | Práškové spalování uhlí s nadkritickými parametry páry

Pro dosažení vyšší účinnosti elektrárenských bloků byly zkonstruovány kotle a celé elektrárenské bloky včetně turbín, které pracují s tzv. nadkritickými parametry páry. Elektrárenské bloky s nadkritickými parametry dosahují tlaku páry 25–31,5 MPa a teploty páry 600–610 °C při čisté energetické účinnosti 42–43 %. Ve vývoji jsou elektrárenské bloky pracující s tlakem 35 MPa a teplotou páry 700 °C, které mohou dosáhnout čisté účinnosti až 50 %. **V důsledku zvýšení tepelné účinnosti elektrárny se na výrobu stejného množství elektřiny spotřebuje menší množství paliva a emise do ovzduší jsou výrazně sníženy.**

Nově budovaný blok elektrárny Ledvice se superkritickými parametry bude pracovat s čistou účinností 42–43 % (s hrubou účinností 47 %), s tlakem páry 28 MPa a teplotou 600–610 °C. Porovnání parametrů dvou odstavovaných „podkritických“ bloků v elektrárně Ledvice s budovaným blokem s „nadkritickými“ parametry je uvedeno v tabulce 4.

⁶ energetická účinnost – poměr energie obsažené ve vstupním palivu k elektrickému výkonu elektrárny na svorkách generátoru

TAB. 4 | Porovnání parametrů odstavených podkritických bloků s budovaným nadkritickým blokem v elektrárně Ledvice [MW, %, kg.MWh⁻¹, mg.m⁻³]

Ukazatel	Stávající zdroje	Nový zdroj
Výkon (elektrický) [MW]	2 x 110	660
Hrubá účinnost [%]	37	47
Spotřeba uhlí [kg.MWh ⁻¹]	1 130	656
Měrná emise TZL [kg.MWh ⁻¹]	0,09	0,06
Měrná emise SO ₂ [kg.MWh ⁻¹]	5,01	0,41
Měrná emise NO _x [kg.MWh ⁻¹]	2,11	0,55
Emisní limit TZL [mg.m ⁻³]	100	20
Emisní limit SO ₂ [mg.m ⁻³]	1700	150
Emisní limit NO _x [mg.m ⁻³]	650	200

ZDROJ | MŽP

V případě realizace obnovy stávajících bloků českých elektráren technologií s nadkritickými parametry lze očekávat **významný přínos k ochraně životního prostředí ve formě úspory emisí do ovzduší oproti použití technologie s podkritickými parametry.**

2.4.2 | Integrované zplyňování s paroplynovým cyklem

Elektrárna s integrovaným zplyňováním s paroplynovým cyklem je považována za **nejčistší a nejefektivnější, pokud se jedná o využití uhlí**. Systémy IGCC lze optimalizovat pro různé typy paliva, např. uhlí, petrolejový (ropný) koks, biomasu nebo obecní odpad. Při procesu IGCC je příslušné palivo přeměňováno v plyn s vysokým obsahem vodíku. Plyn je pak využíván jako prvotní palivo pro spalovací plynovou turbínu. Současná energetická účinnost těchto elektráren se pohybuje okolo 40 až 45 %, dokončený výzkum na spalovací turbíně a další očekávaná zlepšení posunou účinnost až za 50% hranici.

V porovnání s předchozími typy elektráren na práškové uhlí jsou tyto IGCC elektrárny dražší, stále se jedná o prototypy, **jejich výhoda však spočívá ve splnění přísných ekologických limitů.**



2.5 | Technologie pro zachycování a skladování CO₂

Separace a ukládání uhlíku (Carbon Capture and Storage) je technologie, která **má potenciál k dosažení plánovaných výrazných redukcí emisí CO₂**. CCS lze aplikovat všude tam, kde vzniká velké množství CO₂ na jednom místě, ale primární uplatnění má nalézt v energetice. Výrobní zdroje vybavené CCS jsou označovány jako nízkoemisní či dokonce bezemisní energetické zdroje. Účelem skladování CO₂ do podzemí je **omezení emisí skleníkových plynů do ovzduší a možnost případného využití CO₂ v budoucnu**. Technologie CCS však dosud nejsou vyvinuty a ověřeny v měřítku potřebném pro masové použití v energetice, proto jedním z cílů Akčního plánu pro energetiku Evropské rady z března 2007 je podpora zřízení 10 až 12 plnokapacitních demonstračních jednotek technologií CCS v EU, které by měly být uvedeny do provozu do roku 2015.

Celý energetický cyklus s technologií CCS se skládá ze separace CO₂ ze spalín či plynu vzniklého zplyňováním uhlíkového paliva, z transportu z místa separace CO₂ do oblasti ukládání a z vlastního uložení CO₂ do vhodné hlubinné geologické formace. Evropská komise předpokládá rozšíření těchto technologií po roce 2020. Elektrárny postavené před uvedeným datem budou v projektech počítat s možností pozdějšího doplnění o tento systém.

V ČR v současné době plánuje ČEZ, a.s. **výstavbu zásobníků na skladování CO₂ ve dvou lokalitách**. První má být v lokalitě Ledvice, kde se chystá výstavba nového bloku, a další na Hodonínsku. Náklady na využití této technologie se pohybují v rozmezí 25 až 60 EUR na 1 tunu CO₂. Pro průmyslové využití by byla vhodná cena kolem 20 EUR na 1 t CO₂.

2.6 | Jaderná energetika

Jednou z možností, jak eliminovat negativní vlivy emisí na změnu klimatu Země, je využití jaderné energetiky. **Jaderná energetika neprodukuje prakticky žádné mezinárodně vykazované skleníkové plyny (CO₂) a jako náhrada uhelných zdrojů přispívá významným způsobem ke snížení jejich emisí**. Například jaderná elektrárna o výkonu 1 000 MW sníží emise CO₂ do ovzduší oproti tepelné elektrárně stejného výkonu o 960 t CO₂ na 1 vyrobenou GWh elektřiny. **Zároveň nespotřebává ty primární zdroje, které je možné využít k jiným účelům**, např. v chemii a v lékařství.

Současné nejmodernější projekty jaderných elektráren, které se začínají stavět ve Finsku a Francii, jsou realizovány s reaktory generace III+. Po roce 2025 se počítá s rozšířením reaktorů IV. generace, které jsou nyní předmětem intenzivního výzkumu. ČR

se na vývoji reaktorů IV. generace podílí prostřednictvím Ústavu jaderného výzkumu Řež a.s., který poskytuje EU k využití experimentální zařízení, vybudované ze strukturálních fondů Evropské unie. Reaktory IV. generace umožňují z uranu 238, který je za běžných podmínek neštěpný, vyrobit štěpitelný materiál obdobný tomu, jenž je používán v současných reaktorech. Tím dochází k vysokému zvýšení využitelnosti paliva. Kromě uvedeného uranu mohou tyto reaktory používat jako palivo také thorium. Jejich vedlejším efektem je vznik velkého množství tepla, které lze využít k výrobě vodíku.

Ve stadiu intenzivního výzkumu, na němž se v ČR rovněž podílí Ústav jaderného výzkumu Řež a.s., je zakončení palivového cyklu jaderných elektráren. V současné době je možné po přepracování opětovně použít zhruba 50 % vyhořelého paliva. Reaktory III+ generace bude možné provozovat na 100 % přepracovaného paliva. To platí i o reaktorech IV. generace. Z nežádoucího odpadu se tak stává strategická surovina budoucnosti.

2.7 | Rozvoj inteligentních sítí

Věda a výzkum se snaží reagovat na rozpory, které vznikají z důvodu výstavby velkých elektráren napojených na přenosovou vysokonapěťovou síť, kdy je energie konečným spotřebitelům distribuována po transformaci na nižší napětí. Kapacita distribučních sítí byla budována z pohledu předpokládané spotřeby na konci rozvodné sítě. Do takto budovaných distribučních sítí se nyní připojuje řada malých zdrojů vyrábějících energii především z OZE, což se neobejde bez přizpůsobování distribučních sítí novým výrobním kapacitám. **Připojování zařízení na výrobu energie z OZE do systému již existujících energetických rozvodných sítí bude umožněno prostřednictvím nových „inteligentních“ technologií. Inteligentní sítě jsou silové a komunikační sítě, které umožní řídit tok elektrické energie mezi dodavateli a odběrateli s cílem optimalizovat proces výroby, spotřeby a „uchovávání energie“ a řízení přenosové a distribuční elektrické sítě v reálném čase.** Propojí decentralizované zdroje a budou řídit jejich provoz inteligentní sítí, takže z hlediska elektrické soustavy se budou chovat jako jedna „klasická“ výrobní jednotka většího výkonu bez významného negativního vlivu na provoz celého energetického systému.

V ČR se vývojem a výzkumem technologií inteligentních sítí zabývá Katedra telekomunikační techniky na Fakultě elektrotechniky ČVUT v Praze.



2.8 | Zvyšování energetické účinnosti a úspor energií

K udržitelnému rozvoji energetiky přispívají také úspory energie. **V ČR je podporována realizace projektů úspor energie z dotačních programů SFŽP, MPO nebo MMR.** V dubnu 2009 byl spuštěn program podpory obnovitelných zdrojů energie a energetických úspor v obytných budovách z prostředků prodeje emisních kreditů s názvem **Zelená úsporám.** Jedná se o **historicky největší ekologický program podpory určený domácnostem v ČR.** Jeho cílem je podpořit vybraná opatření realizovaná v obytných budovách fyzickými osobami a dalšími subjekty vlastnicími obytné domy, která povedou jak k okamžitému snížení emisí CO₂, tak k nastartování dlouhodobého trendu trvale udržitelného stavění. Díky Zelené úsporám budou české roční emise CO₂ o více než milion tun nižší a emise prachových částic se sníží o 220 000 kg. Jednotlivé podprogramy jsou zaměřené na zateplování budov, na výměnu neekologického vytápění za nízkoemisní zdroje na biomasu a za účinná tepelná čerpadla, na instalaci zdrojů na biomasu a účinných tepelných čerpadel v novostavbách, na instalaci solárně-termických kolektorů a na výstavbu pasivních domů.

Na prosazování úspor energie je zaměřena také prioritní osa 3. Udržitelné využívání zdrojů energie **Operačního programu Životní prostředí**, který dosud podpořil investice do životního prostředí za téměř 37 miliard korun. Uvedené finanční prostředky jsou zároveň významnou podporou ekoinovací v ČR.

Významnou pobídkou uplatňování úsporných výrobků na trhu je energetické štítkování, které poskytuje spotřebitelům informaci, usnadňující volbu energeticky úspornějších řešení. Velké možnosti v úsporách i nižších emisích skleníkových plynů a znečišťujících látek dává také **vývoj nových druhů pohonů automobilů.**



Šetrnější automobilová doprava



3



3 | Šetrnější automobilová doprava

Doprava představuje jeden z hlavních faktorů, který při svém rozvoji **nepříznivě ovlivňuje kvalitu životního prostředí, zejména ovzduší. Největší podíl v tomto směru náleží dopravě silniční, jejíž negativní vliv se projevuje především v produkci emisí skleníkových plynů, emisí suspendovaných částic a emisí oxidu dusíku a těkavých organických látek, které jsou prekurzory přízemního ozonu.** Emise těchto látek vznikají jak při spalování pohonných hmot, tak i při resuspenzi¹. Program podpory environmentálních technologií v ČR (viz kapitola 1.2.3 Environmentální technologie v České republice) označuje **dopravu za významný obor rozsáhlého výzkumu těchto technologií jako je např. zvyšování účinnosti motorů, výzkum hybridních pohonů, výzkum vozidel pro využití paliv s vysokým podílem biosložky, výzkum pneumatik s nízkým koeficientem tření apod.** V ČR probíhá vývoj a využití těchto inovativních technologií v různém měřítku. Některé již byly uplatněny v sériové výrobě, zbývající část (především hybridní pohony) se nachází ve fázi intenzivního vývoje.

Zavádění environmentálních technologií v dopravě přispívá k poklesu emisí CO₂, které se snížily od roku 1995 do současnosti o více než 30%. Je to způsobeno zejména účinnějším spalováním pohonných hmot a katalytickými systémy. Ke snížení měrných emisí CO₂ přispívá zavádění biopaliv. V této souvislosti je však nutné si uvědomit, že dopravní objemy a výkony od roku 1990 do současnosti výrazně vzrostly a růst je předpokládán i ve výhledu. **Environmentální technologie pomáhají nárůst zátěže zmírnit (emise skleníkových plynů, PM) nebo dokonce úplně stabilizovat a postupně snižovat (emise CO, NO_x, HC).**

Následující přehled seznamuje s vývojem významných ekoinovativních technologií v dopravě zaváděných v ČR a s možnostmi jejich využití. Nebude-li využít potenciál nových technologií v dopravě, bude stále častěji docházet k překročení stanovených limitů pro látky znečišťující ovzduší i mezních hodnot stanovených pro hluk, což ohrozí zdraví obyvatel, zejména v městských aglomeracích.

1 resuspenze – proces, kdy dochází ke strhnutí částic dříve uložených na povrchové ploše vlivem proudění vzduchu nad touto povrchovou plochou

3.1 | Zvyšování účinnosti spalovacích motorů

V současné době je trendem snižování objemu motoru a zvyšování jeho účinnosti přepřelňováním výfukovým turbodmychadlem nebo kompresorem. Na straně přípravy směsi palivo-vzduch jsou používány systémy s variabilní délkou sání, variabilním časováním a zdvihem ventilů a dále systémy recirkulace výfukových plynů. Ke snížení spotřeby pohonných hmot dochází také snižováním třecích ztrát motoru, zlepšením materiálu kluzných ploch a používáním kvalitních mazacích prostředků. **Přínosem těchto systémů je snižování emisí CO₂ a snižování spotřeby motorových paliv.** Míra jejich využití je závislá od filozofie jednotlivých značek a od cenové úrovně jednotlivých modelů automobilů. K tomu, aby všechny vyráběné automobily plnily připravované emisní normy, je nezbytné maximální využití všech existujících a nově vyvíjených opatření ke zvyšování účinnosti motorů.

TAB. 5 | Porovnání spotřeby a emisí CO₂ u nových automobilů Škoda Octavia [kW, Nm, l, g.km⁻¹]

Motor	Palivo	Přepřelňování	Výkon [kW]	Točivý moment [Nm]	Kombinovaná spotřeba na 100 km [l]	Emise CO ₂ [g.km ⁻¹]
1.6 MPI	benzín	nemá	75	148	7,4	176
1.4 TSI	benzín	turbodmychadlo	90	200	6,6	154
1.9 TDI DPF	nafta	turbodmychadlo	77	250	5,1	135
1.6 TDI DPF ²	nafta	turbodmychadlo	77	250	4,4	116

ZDROJ | Škoda Auto a.s.

3.2 | Hybridní pohony

Vývoj hybridních pohonů v ČR pokročil zejména u autobusů značky SOR, který bude vybaven naftovým motorem, elektrickým pohonem a zásobníky energie. Výrobce uvádí **spotřebu nafty nižší až o 10 litrů na 100 km a o čtvrtinu nižší emise CO₂** než u vozů s klasickým pohonem. Uvedení na trh se předpokládá nejspíše v roce 2011. Na území ČR působí také firma Bosch, vyrábějící elektromotory pro paralelní hybridní pohony,

2 1.6 TDI DPF – model splňuje normu na emise CO₂ 120 g na km, kterou uvažuje EU zavést od roku 2012

kteří lze díky stavební koncepci přizpůsobit na míru příslušným potřebám výrobců automobilů. Přínosem je **snížení spotřeby pohonných hmot do 30 %, a tím i výrazné snížení emisí CO₂ u zážehových motorů až o 25 % a u vznětových hybridních motorů až o 20 %**. Vzhledem k vyšší ceně oproti klasickým vozidlům je zatím míra využití v ČR relativně malá. S postupným zvyšováním konkurence a objemů výroby však lze očekávat snížení cen těchto technologií a tedy i jejich postupné rozšíření.

3.3 | Vozidla využívající paliva s vysokým obsahem biosložky

Automobilové závody Škoda Auto a.s. vyvinuly model Octavia Combi FlexFuel, který **je schopen provozu na vysokoprocentní směs etanolu**. Na ventilových sedlech a v palivovém systému motoru jsou použity odolnější materiály, lépe odolávající agresivnějšímu palivu. Kvůli horšímu odpařování etanolu při nízkých teplotách je motor vybaven předehřevem. Řídící jednotka je upravena tak, aby zajistila bezproblémový chod motoru při spalování libovolných směsí E85 a benzínu. **Vozidlo používající E85 je schopno plnit limity Euro 4³ i Euro 5⁴**. Na českém trhu se zatím flexi fuel vozidla neprodávají. Důvodem je především chybějící infrastruktura, chybějící daňové zvýhodnění biopaliva E85 a nedostačující legislativní podpora.

Všechny současné motory Zetor jsou uzpůsobeny pro **používání jak 100% MEŘO, tak i obvyklejší směsi 30% MEŘO a 70% motorové nafty**. Od roku 2007 **probíhá vývoj palivového systému pro čistý rostlinný olej**, který se nachází ve stádiu dlouhodobých zkoušek několika funkčních prototypů.

TAB. 6 | Porovnání emisních faktorů směsného paliva E85 a emisních limitů [g.km⁻¹]

Osobní vozidlo – palivo	CO [g.km ⁻¹]	NO _x [g.km ⁻¹]	HC [g.km ⁻¹]
Limit Euro 4 – benzín	1,000	0,080	0,100
Limit Euro 5 – benzín	1,000	0,060	0,100
Ford Focus Flexi Fuel – E85	0,145	0,012	0,026

ZDROJ | CDV

3 Euro 4 – emisní norma pro osobní automobily platná od října 2005

4 Euro 5 – emisní norma pro osobní automobily platná od října 2009

3.4 | CNG technologie

Využití CNG pro pohon dopravních prostředků znamená téměř nulové emise tuhých škodlivin PM a SO_2 , emise CO_2 o 10–15 % nižší než u naftových motorů a o 20–25 % nižší než u benzínových motorů a zároveň snížení emisí NO_x až o 60 % proti naftovým motorům. Pohon na CNG se podílí na snížení tvorby přízemního ozonu⁵. Důležitou vlastností je také **tišší chod oproti klasickým motorům**. Vozidla na CNG mají vyšší dojezd, nižší provozní náklady a je u nich v případě požáru prakticky vyloučena exploze nádrže pohonných hmot. K nevýhodám patří zejména vyšší pořizovací náklady a nedostatečná infrastruktura.

V ČR působí několik výrobců CNG autobusů (Tedom s.r.o., SOR Libchavy spol. s r.o., Iveco Czech Republic, a. s., Ekobus a.s.), plnicích stanic (Vítkovice Cylinders a.s., Bonnett Bohemia, a.s., Adast Systems, a.s.) a přední světový výrobce bezešvých tlakových nádob (Vítkovice Cylinders a.s.). Ve srovnání s některými zeměmi (Itálie 432,9 tis., Německo 68,7 tis., Švédsko 13,4 tis., Švýcarsko 3,6 tis. vozidel) je míra využití v ČR zatím nízká, jen cca 1 300 vozidel. Potenciál využití CNG v dopravě je vysoký a je závislý především na legislativě, výběru vozidel a infrastruktuře. V rámci ČR existuje legislativní podpora formou nulové spotřební a silniční daně, dotacemi na pořízení vozidel městské hromadné dopravy a veřejné linkové dopravy. Naopak nedostatečná je infrastruktura a výběr CNG automobilů.

Plynárenská společnost RWE Transgas, a.s. nakupuje v rámci obměny svého vozového parku vozidla Opel Combo CNG. Množství emisí CO_2 těchto vozidel je 132 g na km, to je o 15 g méně než u předchozích vozidel a při ročním proběhu 30 000 km se tak vyprodukuje o 450 kg CO_2 méně na jedno vozidlo. RWE pořídí více než 100 CNG

automobilů, což ušetří minimálně 45 tun CO_2 za rok.

Plynofikace firemních vozidel probíhá i ve společnosti VÍTKOVICE HOLDING, a.s. Bude dokončena v průběhu roku 2009 a jejím výsledkem bude nahrazení všech stávajících 200 vozidel včetně užitkových vozů za vozidla s pohonem na CNG.

5 přízemní ozon – zdraví škodlivý plyn, vyskytující se těsně nad zemským povrchem

3.5 | Vodíkové technologie

Ve společnosti Škoda Electric a.s. je **vyvíjen** ve spolupráci se zahraničními partnery **první vodíkový autobus na území ČR**. Konceptně vychází z trolejbusů vyráběných stejným výrobcem. **Jako hlavní zdroj energie slouží palivový článek, jako sekundární zdroje jsou použity trakční baterie a ultrakapacitory⁶**. Vodík je skladován na střeše vozidla ve vysokotlakých nádobách. Řídicí systém umožňuje rekuperaci energie do sekundárních zdrojů a její opětovné využití při akceleraci. Součástí palubních ukazatelů bude i prezentace pro cestující, která populární formou vysvětlí funkci dílčích technologických celků a zároveň zobrazí okamžitou a celkovou úsporu v produkci emisí škodlivých látek. **Autobus bude provozován na linkách MHD v Neratovicích, kde pro tento účel bude uvedena do provozu první česká plnicí stanice na vodík**. Hlavním partnerem její realizace je společnost Linde Gas a.s., která bude dále zabezpečovat dodávky paliva.


Při používání vodíkového pohonu téměř nedochází ke vzniku plynných emisí. Například dvanáctiválcový motor v BMW Hydrogen 7, který umožňuje spalování vodíku i benzínu, vyprodukuje pouhých 5,2 g CO₂ na km při provozu na vodík.

Využití vodíkového pohonu má mnoho technických problémů, počínaje potřebou zkapalňovat vodík a udržovat ho v kapalném stavu. V ČR je postupně rozšiřování vodíkového pohonu plánováno v dlouhodobém horizontu. Stejně jako u ostatních alternativních pohonů je nezbytná legislativní podpora, nabídka vozidel a vybudování dostatečné infrastruktury.

3.6 | Elektrické pohony vozidel

ČR patří k předním producentům trolejbusů, tramvají a elektrických lokomotiv. Trolejbusy vyrábějí společnosti Škoda Electric a.s., SOR Libchavy spol. s r.o. a Dopravní podnik Ostrava a.s. Výrobci tramvají jsou Škoda Transportation a.s. a Inekon Group, a.s., celkovými modernizacemi a rekonstrukcemi se zabývají Pragoimex a.s., Krnovské opravny a strojírny s.r.o. a Pars nova a.s. Výrobce elektrických lokomotiv a příměstských jednotek je Škoda Transportation a.s., která zároveň modernizuje jednotky pražského metra.

6 ultrakapacitor – kondenzátor s vysokou kapacitou řádu tisíců Faradů se schopností rychlého nabíjení a vybití



Společnost ČAS – SERVICE a.s. ve spolupráci několika organizací a výzkumných ústavů v rámci výzkumného projektu vyvinula a zavedla do provozu ve Znojmě **elektrický autobus** postavený na základě trolejbusu Škoda. Vozidlo **používá nikl-kadmiové akumulátory, umožňující dojezd 110 až 130 km, dobíjené v garážích. Během dopoledního provozu klesne kapacita baterií přibližně na 50 %. Po dvaceti minutovém nabíjení se dobijí na 80 % a umožní vozidlu další jízdu až do večera.**


Přínos technologie elektrických pohonů v dopravě je v nulové produkci emisí. Zároveň je minimalizována možnost úniku provozních kapalin, protože jsou použity jen u některých elektrických dopravních prostředků. Míra využití technologie je v ČR vysoká s výjimkou bateriových vozidel. Nové druhy akumulátorů a ultrakapacitorů (vyšší kapacita, rychlejší dobíjení, nižší váha a menší rozměry) zvyšují potenciál využití elektromobilů. Legislativní podpora je zatím jen v oblasti silniční daně. Nabídka nových osobních a nákladních vozidel (s výjimkou lehkých užitkových vozidel a jedno-stopých vozidel) a dobíjecích stanic chybí. Nabídka ostatních elektrických dopravních prostředků i infrastruktura pro jejich provozování jsou dostatečné.

3.7 | Pneumatiky s nízkým valivým odporem

Pneumatiky s nízkým valivým odporem **přispívají ke snížení spotřeby paliva redukcí odporu při pohybu pneumatiky**, který vzniká zejména deformací kola, pneumatiky a vozovky. **Potenciál pro redukcí CO₂ u osobních vozidel je při použití pneumatik s nízkým valivým odporem odhadován na cca 3 %.** Český výrobce pneumatik Barum Continental spol. s r.o. deklaruje u současných modelů snížení spotřeby a hlučnosti vozidla díky snížení valivého odporu ve srovnání s předcházející generací pneumatik, např. v porovnání s předchozí modelovou řadou Eco se **podařilo úspěšně snížit valivý odpor pneumatik o celých 20 %.** Tento typ pneumatik je používán např. u modelů GreenLine automobilových závodů Škoda Auto a.s.

3.8 | Úspory energie u silničních vozovek

Výzkumy v oblasti spotřeby energie při navrhování pozemních komunikací ukazují, že cca 16 % nákladů na výstavbu pozemní komunikace tvoří náklady na energii a cca 12 % z této energie je spotřebováno na stavbu vozovky. **Výstavba asfaltové vozovky se skládá z řady etap**, k nimž patří zejména získávání materiálů, úprava ma-



teriálů, výroba směsi, přeprava, rozprostírání a hutnění. **Energii lze uspořit v každé z uvedených etap**, přičemž dva hlavní postupy vedoucí ke snížení spotřeby energie při výrobě vozovky s asfaltovým krytem jsou teplota při výrobě a pokládce a charakter modifikačního procesu.

Významným a rovněž v ČR stále více uplatňovaným trendem, který reaguje na požadavek snížit spotřebu neobnovitelných zdrojů, **je recyklace materiálů vozovek**. Při recyklaci, která začala v Evropě v 80. letech 20. století, dochází k úsporám energie mimo jiné redukcí přepravy (materiálů z lomu, směsi, odstraňovaných materiálů), což snižuje spotřebu pohonných hmot. **Pro použití ve vozovkách lze recyklovat různé produkty, např. materiály ze starých vozovek, přebytek vytěžené zeminy při výstavbě silnic a další materiály** (průmyslové produkty, beton ze zbouraných budov, vyřazené pneumatiky, sklo, zbytky ze spalování domácího odpadu apod.).

3.9 | Technologie pro řízení dopravy v krizových stavech

Národní dopravní informační a řídicí centrum sbírá a zpracovává dopravní informace o nehodách, uzavírkách, sjízdnosti komunikací, počasí apod. Dopravní informace jsou publikovány na zařízeních pro provozní informace na dálnicích a rychlostních komunikacích, vysílány společně s ČRo službou RDS-TMC⁷ pro navigační přístroje, jsou zveřejňovány na webových stránkách <http://www.dopravniinfo.cz> a poskytovány smluvně prostřednictvím distribučního rozhraní dalším zájemcům. V dálniční síti se instalují **systemy proměnných značek⁸, meteorologický systém⁹, liniové řízení¹⁰ dopravy, systemy pro sledování charakteristik dopravního proudu a automatickou detekci kolon na dálnici i na objízdných trasách, kamery a další telematické systemy¹¹**. Ty přispívají k plynulosti dopravy, a tím i ke snížení spotřeby pohonných hmot a následnému snížení produkce emisí. Rozšíření možnosti využívat údaje o dopravní situaci přímo ve vozidle je vázáno na vývoj a rozšíření palubních informačních systémů s přístupem na internet nebo moderních navigačních přístrojů podporujících RDS-TMC.

7 RDS-TMC – kanál dopravních zpráv, který je součástí digitálních informací přenášených v rámci rozhlasového vysílání na krátkých vlnách


8 systém proměnných značek – soustava elektronických panelů, které mohou zobrazovat aktuálně požadovanou dopravní značku

9 meteorologický systém – soustava snímačů teploty a relativní vlhkosti vzduchu, snímačů srážek, snímačů rychlosti a směru větru apod.

10 liniové řízení – slouží pro udržení bezpečné a plynulé jízdy po liniové trase, nejčastěji po dálnici nebo rychlostním okruhu, kde okolní území není podstatné pro provoz na příslušné komunikaci

11 telematický systém – dopravní řídicí a informační systém





Technologie snižující emise skleníkových plynů v zemědělské výrobě



4



4 | Technologie snižující emise skleníkových plynů v zemědělské výrobě

Zemědělství zastává krajinnotvornou funkci a primárně působí na tři základní složky životního prostředí, a to **na půdu, vodu a ovzduší. Zemědělství ovlivňuje životní prostředí** zejména **vedlejšími živočišnými produkty z chovů hospodářských zvířat**, kterými jsou statkový hnůj, kejda, drůbeží exkrementy a podestýlka, **a také emisemi skleníkových plynů**, jako jsou oxid dusný a amoniak¹.

Šetrnějším používáním dusíkatých hnojiv, snížením počtu hospodářských zvířat a respektováním postupů tzv. Správné zemědělské praxe² bylo v letech 1990–2000 dosaženo snížení produkce emisí skleníkových plynů ze zemědělské výroby o 20 % na současných 9 % z celkové produkce emisí skleníkových plynů na území EU. **Podpora výzkumu a aplikace nových technologií směřuje k dalšímu snižování produkce emisí skleníkových plynů ze zemědělské výroby.**

4.1 | Biotechnologické přípravky

Biotechnologické přípravky jsou preparáty založené na enzymatických látkách³, bakteriálních látkách, alginátech⁴ apod. **Jsou využívány ke snižování emisí amoniaku a dalších zátěžových plynů** v chovech hospodářských zvířat, na skládkách statkových hnojiv a při aplikaci hnojiv na pole.

Výzkumným ústavem zemědělské techniky, v. v. i. **bylo ověřováno použití přípravků** obsahujících výtažky z rostliny yucca a z mořských řas, preparáty na bázi fyto-genních⁵ aditiv, směsí vegetačních olejů apod. Přípravky byly ověřovány **pro snižování emisí vybraných skleníkových plynů a také při aerobním řízeném rychlokompostování.**

1 amoniak – toxický, velmi štiplavý plyn, při vdechování poškozuje sliznici

2 Správná zemědělská praxe – obecně známá doporučení či požadavky, jak hospodařit s ohledem na ochranu životního prostředí

3 enzymatické látky – složitá bílkovina, která ovlivňuje chemické reakce v organismu

4 algináty – výtažky z mořských řas

5 fyto-genní – vzniklé činností rostlinstva

Byl sledován vliv aplikace biotechnologických přípravků na emise amoniaku, oxidu uhličitého, oxidu dusného a sirovodíku. Z výsledků experimentů vyplynulo, že **pomocí biotechnologických přípravků je možné snížit emise všech výše uvedených plynů, v případě amoniaku v průměru až o 30 %.**

Bezprostředně po aplikaci některých přípravků byl zaznamenán nárůst emisí, a až poté jejich pokles. Efektu je možné využít například při výrobě bioplynu.

Vybrané biotechnologické přípravky je možné aplikovat i při aerobním řízeném rychlokompostování. **Přípravky** stimulují termofilní⁶ bakterie k vyšší aktivitě a rozmnožování, čímž **urychlují celý proces kompostování. Zároveň potlačují emise, zejména zápachu.**

TAB. 7 | Ověřené biotechnologické přípravky pro snížení emisí amoniaku [%]

Název přípravku	Oblast použití	Snížení emisí NH ₃
Amalgerol Classic	Přípravek do napájecí vody a krmiva, pro ošetření kejdy a chlévského hnoje v chovech drůbeže, prasat a skotu.	40
AROMEX SOLID Plus	Přípravek do krmiva pro prasata.	48
BIOSTRONG 510	Přípravek do krmiva pro drůbež.	48
SEKOL – JALKA	Přípravek pro ošetření podlahy stájí a kejdivých jímek v chovech prasat.	32
MEX – Yucca DRY	Přípravek do krmiva pro prasata/ Přípravek do krmiva pro drůbež.	31/38

ZDROJ | VÚZT

Poznámka: V tabulce jsou uvedeny nejpoužívanější a nejúčinnější biotechnologické přípravky. V ČR je vyráběn např. přípravek SEKOL – JALKA, který snižuje emise amoniaku až o 32 %.

4.2 | Technologie rozmlžování

Technologie rozmlžování umožňuje ošetření vzduchu v chovech hospodářských zvířat, při zpracování masa, v kožedělném a textilním průmyslu, v asanačních podnicích, v čistírnách odpadních vod apod. Vzduch v těchto provozech je **znečištěn sirtatými plyny, amoniakem a dalšími zápachajícími složkami.** K odstranění znečišťujících látek je používána voda obohacená o speciální koncentrát, který je schopen amoniak

6 termofilní – teplomilné



a zapáchající složky ve vzduchu rozložit na soli a vodu. Voda je pomocí hydraulického nebo pneumatického rozmrazovacího zařízení a speciálních trysek rozprašována do znečištěného vzduchu ve formě velmi jemné mlhy.

V ČR byla technologie experimentálně vyzkoušena v zařízení společnosti PROALIMEX spol. s r.o. na farmě Kožichovice, která se zabývá chovem brojlerů. **Bylo prokázáno snížení emisí amoniaku o 9,22 %, přičemž v zařízení zároveň docházelo ke zkrmování biotechnologického přípravku, který snižoval emise amoniaku a pachových látek.**

4.3 | Technologie používané při odstraňování, skladování a využívání exkrementů z chovů hospodářských zvířat

4.3.1 | Technologie skladování kejdy ve vacích

Technologie skladování kejdy ve vacích se používá v zařízení výkrmu prasat Mišovice společnosti Zea, a.s. Kejda je z podroštových prostor v halách chovu samospádem vypouštěna do meziskladových jímek. Čerpadlo v kombinaci s míchadlem objem jímek homogenizuje a přečerpává do hlavní skladovací jímký, která je sestavena z vaků, jejichž stěnu tvoří mnohvrstevná textilie oboustranně krytá plastickou hmotou. Materiál je odolný vůči agresivní kejdě i slunečním paprskům. Vaky jsou plněny shora a vyčerpávají se zdola. **Díky uzavřenému systému čerpání a uskladnění kejdy nedochází k úniku emisí amoniaku a pachových látek do okolního ovzduší.**

4.3.2 | Využití separované kejdy jako plastického steliva

Tradiční stelivový materiál, sláma, není na převážné většině farem v ČR v dnešní době plně k dispozici. Důvodem je stále častější rozdělení zemědělské výroby na živočišnou nebo rostlinnou. Moderní boxové ustájení dojnic proto využívá různé stelivové materiály.

Vhodným médiem je např. separát z kejdy skotu o sušině cca 60 %, speciálně upravený pro potřeby stlání a přistýlání v boxech. **Podestýlání separátem zlepšuje welfare⁷ ustájených dojnic a zároveň mikroklimatické podmínky⁸ ve stájových objektech, při**

7 welfare – blaho, prospěch

8 mikroklimatické podmínky – komplexní působení řady faktorů, jako je teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu, chemické složení vzduchu (koncentrace hlavně amoniaku, oxidu uhličitého, metanu, sirovodíku) a další

současném poklesu emisí amoniaku nejméně o 30 % ve srovnání s ustájením využitím matracové lože nebo slámu.

Na technologické lince pro výrobu plastického steliva je ze surové kejdy skotu odseparován tuhý podíl, který je při aerobním řízeném rychlokompostování zbaven patogenních mikroorganismů⁹. Kompostovací proces lze urychlit přidáním vhodných biotechnologických přípravků, které zvyšují teplotu v základce a napomáhají hygienizaci výsledného produktu (viz kapitola 4.1 Biotechnologické přípravy). Vzhledem k tomu, že plastické stelivo splňuje potřebné znaky jakostního kompostu, je možné jeho přebytek využít i jako pěstební substrát.

ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. již pátým rokem využívá plastické stelivo jako stelivový materiál ve stájových objektech pro dojnice. Zemědělské družstvo připravuje plastické stelivo na své farmě v Petrovících pomocí aerobního rychlokompostování v pásových hromadách. Během celé

doby využívání plastického steliva jsou v daných stájových objektech periodicky monitorovány mikroklimatické podmínky. Bylo zjištěno, že roční měrná výrobní emise amoniaku na jednu dojnici poklesla v průměru o 35 % oproti ustájení s využitím matracového lože nebo slámy.

4.3.3 | Trigenerace

Řízená anaerobní fermentace¹⁰ biologicky rozložitelného odpadu ze zemědělství umožňuje využití části energie vázané v odpadu k produkci bioplynu s objemovým obsahem 50–75 % metanu. Bioplyn je v běžných kogeneračních jednotkách využíván k výrobě tepelné a elektrické energie (viz kapitola 8.2.1 Využití biologicky rozložitelných odpadů procesem anaerobní digesce). Využití bioplynu také pro výrobu chladu umožňuje tzv. trigenerace, tedy kombinovaná výroba elektřiny, tepla a chladu. Kogenerační jednotka je doplněna absorpčním tepelným konvertorem, který umožňuje přeměnu tepelné energie na chlad. Hlavní předností absorpčního chlazení je, že jako vstupní energii využívá energii tepelnou, která je ve srovnání s energií elektrickou (používanou při klasickém kompresorovém chlazení) levnější. Trigenerace nachází

⁹ patogenní organismy – choroboplodné organismy

¹⁰ fermentace – biotechnologický proces, při němž se organické látky postupně přeměňují za účasti mikrobiálních enzymů (fermentů) na jednodušší látky




uplatnění zejména v letních měsících, kdy je výstupní teplo z bioplynových stanic využíváno k výrobě chladu pro potřeby klimatizování bytových, administrativních a technologických prostor.

Zavedení technologie trigenerace je plánováno např. u společnosti SP Poběžovice, a.s., která se zabývá výkrmem prasat. Přebytek tepelné energie bude využíván v jednotce absorpčního chlazení, která bude propojena s kogenerační jednotkou bioplynové stanice, jež je v současné době již provozována. Elektrický proud, který stanice vyrábí, je částečně využíván v zařízení a částečně je distribuován do veřejné sítě. Odpadní teplo bude využíváno v areálu zařízení a pro ohřev fermentoru¹¹. Digestát¹² bude využíván na výrobu organického i anorganického hnojiva a destilované vody. Součástí technologie bude i linka na balení destilované vody. V SP Poběžovice se plánuje rovněž instalace solární elektrárny s celoročním provozem a výstavba čistírny odpadních vod – produkované kaly z ČOV budou využívány v bioplynové stanici. Provozovatel dále plánuje výstavbu skleníků na přilehlých pozemcích. K vytápění a osvětlení bude využíváno elektrického proudu a přebytečného tepla vznikajícího v bioplynové stanici.

11 fermentor – přístroj zajišťující ideální podmínky pro fermentaci, jako přívod potřebných plynů, regulace otáček, teploty, pH a okysličování

12 digestát – zbytek po anaerobní digestci, za předpokladu splnění podmínek registrace se dá využít jako hnojivo na zemědělské půdě





Materiálová účinnost



5

5 | Materiálová účinnost

Klimatické změny vyžadují okamžitou reakci a stanovení priorit budoucího rozvoje technologií. V podmínkách ČR se problematice studia dopadů klimatických změn a současně cestami možných řešení zabývá řada odborných řešitelských pracovišť. Také v podmínkách soukromého sektoru jsou již známy postupy, které přispívají k řešení problémů spojených s klimatickými změnami.

Na vzestupu je v ČR oblast vývoje fotovoltaických systémů. Třetí generace FVS přináší nové nízkonákladové technologie založené na velmi účinných principech přeměny slunečního záření na elektrickou energii.

Nové technologie v oblasti přípravy a výroby nanovláken a výzkum v oblasti sorbentů na bázi přírodních materiálů, zakončený patentem, přináší nová řešení v oblasti zachycování problémových znečišťujících látek.

Samotný **výzkum** spojený s praktickými poznatky **dopadů klimatických změn na činnost lesních ekosystémů** v podmínkách modelového pracoviště v Moravskoslezských Beskydech pak **zpřesňuje informace o celkovém dopadu klimatických změn v různých modelových situacích.** Díky rozsáhlému experimentálnímu vybavení, inovačním přístupům a komplexitě prováděných výzkumů je pracoviště navíc součástí mezinárodní sítě pro monitoring toků látek a energií FLUXNET.

5.1 | Vývoj fotovoltaických technologií

Přímá přeměna energie slunečního záření na energii elektrickou zaznamenala v ČR prudký nárůst zájmu. **Díky zavedení systému výkupních cen vzrostla v ČR od začátku roku 2006 instalovaná kapacita z 0,9 MWp až na hodnotu 55 MWp ke konci roku 2008.** O výrobě energie prostřednictvím FVS pojednává kapitola 2.2.4 Fotovoltaické elektrárny.



TAB. 8 | Vývoj instalovaného výkonu v ČR [MWp], 2000–2008

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Off-grid systémy^I	0,055	0,077	0,093	0,129	0,147	0,177	0,187	0,209	0,380
On-grid systémy^{II}	0,017	0,047	0,062	0,160	0,216	0,292	0,682	5,152	54,294
Celkem	0,072	0,124	0,155	0,289	0,363	0,469	0,869	5,361	54,674

^I Off-grid systémy – systémy nejsou spojeny s rozvodovou elektrickou sítí

ZDROJ | CZREA

^{II} On-grid systémy – systémy jsou spojené s veřejnou sítí

Fotovoltaika je charakteristická technologickou rozmanitostí. Fotovoltaického jevu lze dosáhnout se strukturami z různých polovodičových materiálů zhotovených širokou škálou technologických procesů. **Obecně je fotovoltaika rozdělena do tří základních generací:**

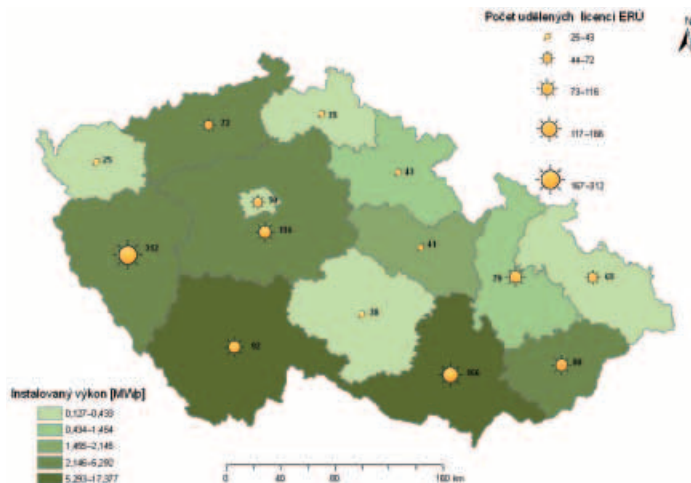
- 1. generace** – je reprezentována **solárními články z krystalického křemíku**, kde jsou solární panely vytvářeny sériovým pospojováním jednotlivých solárních článků,
- 2. generace** – je zastoupena **tenkovrstvými strukturami polovodičových materiálů**, zejména **na bázi amorfního a mikrokrystalického hydrogenovaného křemíku**; jedná se rovněž o další polovodičové materiály a struktury (kadmium-telur, měď-indium-galium-selen),
- 3. generace** – představuje **nové nízkonákladové technologie** založené na velmi účinných principech přeměny slunečního záření na elektrickou energii.

Samostatnou skupinou jsou potom organické a polymerní solární články. Specifickou aplikací solárních článků jsou koncentrátorové fotovoltaické systémy.

Na příkladu kraje je vidět celkový nárůst instalovaného výkonu FVS připojených do sítě v ČR (viz obrázek 1).

Výzkum a vývoj v oblasti fotovoltaiky v ČR zaznamenává stále rostoucí tendenci. Výzkum není soustředěn pouze na pracovištích AV ČR a na vysokých školách, ale stále více se mu věnují i soukromé společnosti. Vzájemné vztahy mezi jednotlivými vědeckými pracovišti jsou posilovány výměnou poznatků a zkušeností i v rámci pravidelných českých fotovoltaických konferencí pořádaných agenturou CZREA.

OBR. 1 | Instalovaný výkon FVS připojených do sítě [MWp] a počet udělených licencí ERÚ v krajích ČR, k 31. 12. 2008



ZDROJ | ERÚ

5.1.1 | Technologie krystalického křemíku

Prudký rozvoj využití fotovoltaiky ve světě byl zajištěn solárními panely s články z krystalického křemíku a v současné době je tato technologie stále dominantní. První solární články na bázi krystalického křemíku byly na území ČR vyvinuty v laboratořích ČVUT v Praze, poloprovozně vyráběny v Tesle Vrchlabí a začátkem minulého desetiletí probíhal výzkum a vývoj rovněž v bývalé Tesle Seznam v Rožnově pod Radhoštěm. Na základě úspěšného vývoje byla v roce 1993 založena společnost Solartec s.r.o., která se věnuje výzkumu, vývoji a výrobě solárních článků. **V současné době je vývoj zaměřen na perspektivní procesní technologie a na speciální a vysoce účinné struktury solárních článků.** Ve spolupráci Fakulty elektrotechniky a informačních technologií VUT v Brně, Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze a Ústavu přístrojové techniky v Brně jsou studovány a optimalizovány vlastnosti charakterizačních metod pro analýzu materiálů a struktur krystalických křemíkových solárních článků.



5.1.2 | Tenkovrstvé struktury a polovodičové materiály

Nejvíce rozšířenou technologií v této oblasti jsou struktury na bázi amorfního hydrogenizovaného křemíku a mikrokrytalického křemíku. Výzkum a vývoj je dlouhodobě prováděn ve Fyzikálním ústavu AV ČR v Praze. **Hlavním směrem výzkumu je studium optoelektronických vlastností¹ nekrytalických forem křemíku a vytváření optických modelů struktur solárních článků.** Na pracovišti Ústavu byly zavedeny metody pro analýzu množství defektů v amorfním a mikrokrytalickém křemíku. Dále zde bylo vybudováno pracoviště pro vytváření tenkých vrstev s možností in-situ charakterizace jak topografie, tak morfologie povrchu vrstev.

Problematické tenkých vrstev se nyní věnuje také Výzkumné centrum Nové technologie na ZČU v Plzni. **Předmětem výzkumu je depozice a charakterizace fyzikálních vlastností transparentních vodivých oxidů, amorfního hydrogenizovaného křemíku, mikrokrytalického křemíku a rekrystalizovaného polykrytalického křemíku.** Významné výsledky byly dosaženy v oblasti stabilizace vrstev amorfního hydrogenizovaného křemíku vůči degradaci v důsledku dlouhodobého působení světla, což bylo také ověřeno na struktuře fotovoltaiického článku.

Organické a polymerní² polovodičové materiály představují nejmladší technologickou větev, která nabízí obrovský rozvojový potenciál vzhledem k výrazně nižším nákladům. Jejich rozvoj je v současné době ve fázi základního výzkumu. **Přestože se jedná o nejmladší obor fotovoltaiiky, tak množství výzkumných aktivit v ČR převyšuje ostatní oblasti.** Syntéza a studium vlastností organických a polymerních materiálů pro fotovoltaiiku jsou předmětem výzkumu souběžně na několika pracovištích. K nejvýznamnějším v této oblasti patří pracoviště Ústavu makromolekulární chemie AV ČR v Praze, ve kterém **probíhá komplexní výzkum a vývoj nových polymerních materiálů a systémů pro aplikace ve fotovoltaiice** zahrnující návrh, přípravu, charakterizaci nových materiálů a systémů, studium jejich vlastností a dále i přípravu a testování polymerních fotovoltaiických článků.

1 optoelektronické vlastnosti – souhrn optických a elektronických vlastností polovodičových materiálů reflektujících jejich elektronickou strukturu (hustota elektronových stavů, valenční a vodivostní pás, množství a energetická distribuce defektů, spektrální závislost absorpčního koeficientu aj.)

2 polymerní polovodičové materiály – nové typy polovodičů na bázi organických látek, nahrazující drahé články většinou na bázi křemíku

5.1.3 | Solární články 3. generace

Pod pojmem článků 3. generace se skrývá celá řada nových principů, které by měly maximálně využít energii slunečního záření k přeměně na energii elektrickou. K novým principům jsou položeny teoretické základy a mnohé z nich nyní procházejí fází základního výzkumu. **Vyvinutím těchto technologií bude možné dosáhnout účinností nad 50 %.**

Fyzikální ústav AV ČR v Praze se věnuje **vývoji a výzkumu struktur tandemových solárních článků s kombinací vrstev amorfního a mikrokryсталického křemíku, případně křemíkových nanočástic³.**

Ve Výzkumném centru Nové technologie na ZČU v Plzni probíhá **výzkum a vývoj materiálů pro fotovoltaiku na bázi křemíku s kvantovými strukturami⁴ a pro fotoniku⁵ a mikrosystémovou techniku na bázi nitridu hliníku, oxidu zinku a amorfního hydrogenizovaného křemíku.**

Zvláštní skupinou fotovoltaiky jsou **koncentrátorové systémy⁶**, které nacházejí uplatnění zejména v oblastech s převahou přímého slunečního záření. Přestože území ČR do takovýchto oblastí nepatří, výzkumu a vývoji je rovněž věnována pozornost. Pro tuzemské subjekty představuje tento obor fotovoltaiky hlavně exportní příležitosti.

Díky grantové podpoře realizací demonstračních fotovoltaických systémů SFŽP v letech 2000–2006 byly instalovány malé fotovoltaické systémy na českých školách (na 300 instalaci) a na vybraných vysokých školách, které vytvořily příhodné podmínky pro rozvoj výzkumu v oblasti fotovoltaiky. **Na vysokých školách je tak řešena např. problematika využití fotovoltaiky v architektuře nebo jsou vyvíjeny hybridní fotovoltaické/fototermitické solární kolektory.**

5.2 | Český Nanospider – globální technologie pro výrobu nanovláken s aplikací v životním prostředí

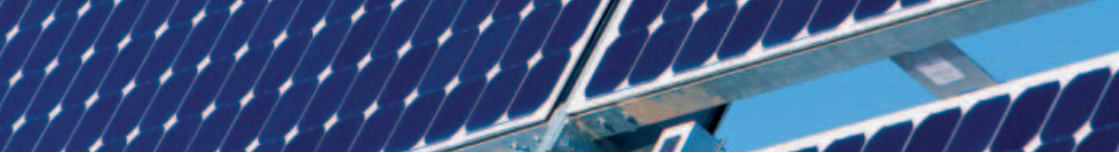
Technologie Nanospider je světovým unikátem, jako jediná umožňuje výrobu vláken tisíckrát jemnějších než lidský vlas (nanovláken) v průmyslovém měřítku a je schopna vyrábět miliony metrů čtverečních nanovláknenných materiálů ročně.

3 nanočástice – materiálové objekty (zrna, vlákna aj.) s rozměry pod 200 nanometrů

4 kvantové struktury – struktury využívající jevů kvantové fyziky – potenciálové jámy, kvantové tečky

5 fotonika – vědní a technický obor, který se zabývá studiem vlastností a způsoby využití fotonů

6 koncentrátorový systém – systémy pro využití energie slunečního záření; pro svoji činnost využívají slunečního záření o vyšší hustotě, které je zajištěno pomocí optických koncentrátorů, jako jsou rovinné čočky a parabolická zrcadla



Technologie Nanospider byla vyvinuta ve spolupráci TU v Liberci a společnosti El-marco s.r.o., jež je nositelem ceny Nano 50TM, kterou uděluje prestižní magazín Nanotech Briefs (oficiální periodikum NASA), a je držitelem dvou nominací

na Index Award z ženevského veletrhu INDEX 08. Technologie je založena na metodě elektrospinningu⁷, je chráněna patentem a ochrannou známkou. Technologii užívá několik desítek nejvýznamnějších světových firem, především v USA a Asii.

Nanovlákná mají obrovský potenciál pro využití v řadě aplikací a průmyslová výroba je klíčem k jejich využití i v ochraně životního prostředí. Značná porositá a vysoký koeficient povrchu a objemu v nanovlákněch nabízí **výjimečné možnosti použití v membránových technologiích⁸.** Molekuly, makromolekuly či buňky mohou být spojeny s nanovláknem a takto upravená nanovlákná mohou být následně použita v mnoha odvětvích, počínaje zpracováním odpadů až po chemické analýzy a diagnostikování pomocí biosenzorů.

Například afinitní membrány⁹ nalézají využití v čištění odpadních vod. Důvodem je skutečnost, že v určitých případech je nemožné kompletně eliminovat některé druhy kontaminujících látek pomocí tradičních čistících metod, ať to jsou anorganické znečišťující látky jako kadmium, rtuť a olovo či organické sloučeniny – všechny mohou být odstraněny z odpadních vod pomocí afinitních membrán na bázi nanovláken. **Technologie nanovláken značně zlepšuje účinnost filtračních schopností daného zařízení a je schopna odstranit jemné, pevné nebo kapalné částice ze vzduchu a díky vysoké účinnosti a velmi nízkému tlaku splňuje ty nejpřísnější požadavky mnoha kapalinových filtračních zařízení.** Nanovlákná tak mohou pomoci řešit globální problémy s nedostatkem pitné vody, pomohou odsolovat snadněji a efektivněji mořskou vodu.

Další využití nanovláken je v oblasti výroby energie z obnovitelných zdrojů. Nanovlákná jsou schopna nahradit jak klasické křemíkové články, tak i novou generaci článků s nanokompozity¹⁰. Nabízejí možnost fungování i za zhoršených světelných podmínek (bez slunečního svitu) a navíc umožňují vytvářet mobilní zdroje energie (kombinace solárních článků s bateriemi na bázi nanovláken).

7 elektrospinning – metoda zvláknování materiálů z roztoků nebo taveniny založená na aplikaci stejnosměrného elektrického pole

8 membránové technologie – metody a procesy pro separaci pevných částic a kapaliny využívající porézní membrány nebo filtry

9 afinitní membrány – speciální membrány na bázi nanovláken, které díky vlastnostem nanovláken dokážou zachycovat pouze vybrané nečistoty a prvky

10 nanokompozita – materiály složené ze dvou nebo více různých složek, z nichž alespoň jedna se v materiálu vyskytuje ve formě částic o velikostech až desítek nanometrů, většinou se jedná o nanočástice aktivní látky

5.3 | Sorpční materiály na bázi přírodních minerálů

Mezi přírodní materiály, které mohou být využívány jako sorbenty kontaminujících látek z vod, případně odpadních plynů, patří např. **minerály montmorillonit, bentonit, kaolinit, halloysit apod.** Přírodní minerály jsou však **hydrofilní¹¹** a **pro sorpci organických polutantů nevhodné.** Vyznačují se vrstevnatou strukturou s tloušťkou vrstvy přibližně 1 nm. Prostor mezi jednotlivými vrstvami, tzv. mezivrství, je vyplněn anorganickými kationty, které kompenzují negativní náboj na vnitřních vrstvách minerálu. **Nahrazením anorganických kationtů v mezivrství za kationty organické dochází ke změně vlastností minerálu, který se tak stává organofilním¹² a umožňuje sorpci organických polutantů.** Vlastnosti sorbentů jsou dány vlastnostmi použitých organických kationtů.

Z jílových minerálů jsou v environmentálních technologiích pro tyto modifikace nejčastěji využívány minerály na bázi smektitů. V technologiích čištění odpadních vod mohou být organicky modifikované jíly používány samostatně jako sorpční materiál pro čištění odpadních vod kontaminovaných organickými sloučeninami, např. ropnými uhlovodíky, nebo ve spojení s aktivním uhlím. Mohou tvořit součást jílových bariér a adsorbentů organických látek na skládkách apod.

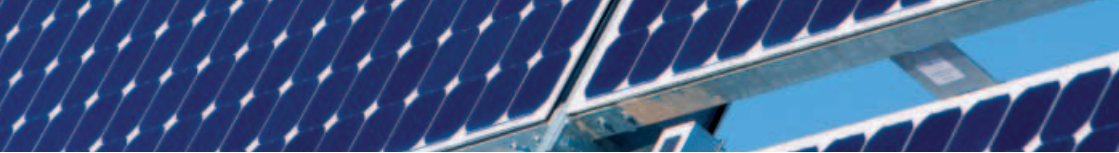
Vhodným přírodním materiálem se jeví i vermikulit, jehož použití je v současné době předmětem výzkumu na VŠB-TU v Ostravě. Výzkum je zaměřen na přípravu a testování organicky modifikovaného vermikulitu pro sorpci organických látek z odpadních vod a plynů. Z vermikulitu z českého naleziště Letovice byl připraven organicky modifikovaný jíl, který je účinným sorbentem organických látek, vyskytujících se v odpadních vodách.

5.4 | Zkušenosti s provozem experimentálního pracoviště Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR na Bílém Kříži

Komplexní ekofyziologický výzkum dopadů klimatických změn na ekosystémy probíhá na experimentálním pracovišti Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR, v. v. i. Bílý Kříž v Moravskoslezských Beskydech. V rámci výzkumu jsou aplikovány nejmodernější měřicí techniky a rovněž byly vyvinuty vlastní nové technologie. K těm patří například dvě **lamelové kultivační sféry o ploše přibližně jednoho aru pro dlouho-**

11 hydrofilní – schopný vázat vodu nebo se v ní rozpouštět

12 organofilní – schopný vázat organické látky nebo se rozpouštět v organickém rozpouštědle



dobé pěstování horského ekosystému v prostředí zvýšené koncentrace CO₂. V jedné kultivační sféře jsou pěstovány porosty v běžné koncentraci CO₂ a ve druhé sféře v koncentraci CO₂ zvýšené přibližně na dvojnásobek. Dalším je **kultivační zařízení na pěstování porostů pod vlivem zvýšené intenzity ultrafialového záření (UV-B).** Typickým, pozitivním projevem rostlin pěstovaných v atmosféře se zvýšenou koncentrací CO₂, v porovnání s rostlinami pěstovanými v atmosféře s přirozenou koncentrací CO₂, je nárůst rychlosti fotosyntézy (příjmu CO₂), nárůst biomasy kořenového systému a zvýšení efektivity využívání vody.

Od poloviny 90. let je na pracovišti ÚSBE rovněž rozvíjena **aplikace tzv. eddy-kovarianční techniky.** Jedná se o techniku, **kteřá umožňuje měření toků látek (CO₂, H₂O, případně dalších skleníkových plynů) a energií (zjevné a latentní teplo) mezi přilehlou vrstvou atmosféry a daným ekosystémem.** V současné době je tato technika v ČR používána při studiu smrkového a bukového lesního porostu, louky, mokřadu a agroekosystému. **Technologickým zdokonalením je souběžně přímé měření toků CO₂ z půdy a dřevních částí rostlin automatickými komorovými systémy.** To umožňuje velmi přesné stanovení množství uhlíku, který dokáže daný ekosystém absorbovat z atmosféry. V posledních letech se **sledování toků látek v lesním ekosystému rozšířilo o kontinuální měření ozonu a výpočet stomatální vodivosti**¹³.

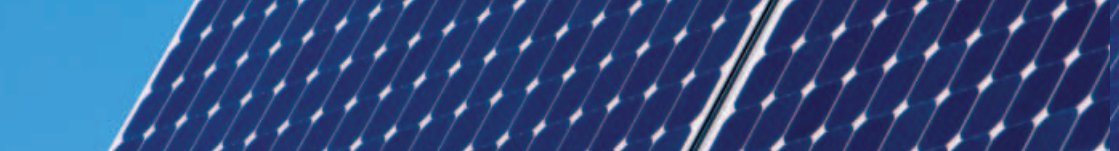
K další inovaci ekofyziologického výzkumu patří propojení integrálních gazometrických metod¹⁴ s metodami zobrazovacími na úrovni listů. Pro tento účel byly vyvinuty fluorescenční zobrazovací kamery mapující prostorovou heterogenitu efektivity využívání slunečního záření ve fotosyntéze. Pozemní šetření toků CO₂ na úrovni porostů jsou propojeny s metodami dálkového průzkumu Země, což umožňuje rozšíření výzkumu na větší územní celky. Na pracovišti ÚSBE **jsou dále vyvíjeny bioreaktory umožňující pěstování energetické biomasy za přímého využití odpadního CO₂, např. z tepelných elektráren.**

Experimentální pracoviště Bílý Kříž je mimo jiné členem projektu EUFAR (European Fleet For Airborne Research), podporovaného Evropskou komisí. Hlavním cílem projektu je integrovat metody, techniku a experty leteckého průzkumu a využít tuto integraci pro účely dálkového průzkumu Země v oblasti životního prostředí a ostatních věd o Zemi.

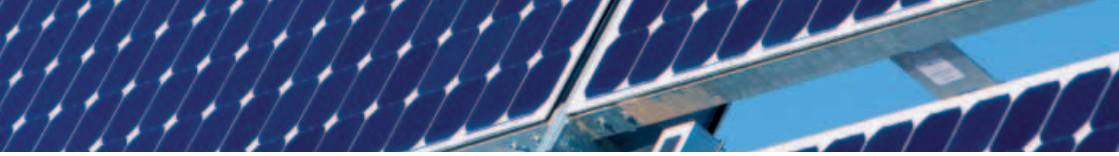
V roce 2007 se ÚSBE stal spoluzakladatelem výzkumného konsorcia ICOS (Integrated Carbon Observation System), financovaného projektem 7. Rámcového programu a zároveň začleněného mezi mezinárodní výzkumné infrastruktury ESFRI (European

¹³ stomatální vodivost – míra otevření průduchů na povrchu listů, kde dochází k vlastní výměně CO₂ a vodní páry mezi listy a atmosférou

¹⁴ gazometrické metody – metody, které dokážou stanovit výměnu plynů (CO₂, H₂O a dalších) mezi listem či celým ekosystémem a okolní atmosférou; na základě těchto měření je stanovena rychlost fotosyntézy a míra stomatální vodivosti



Strategy Forum on Research Infrastructures). Hlavním cílem projektu je dlouhodobý monitoring (2007–2027) globálního cyklu uhlíku a emisí skleníkových plynů a predikce jejich budoucího vývoje.





Udržitelné vodní hospodářství



6



6 | Udržitelné vodní hospodářství

Vodní hospodářství je soubor činností zahrnujících využití, ochranu a hospodaření s vodou. **Voda je základní složkou životního prostředí, proto je trvale udržitelné vodní hospodářství jedním z nejdůležitějších principů ochrany přírody a krajiny.** Trvale udržitelné užívání vodních zdrojů a hospodaření s vodou je nezbytné zejména pro účely zásobování pitnou vodou. Nedostatek vody obecně, a zvláště nedostatek pitné vody je vážný problém v evropském i celosvětovém měřítku. ČR má v Evropě i ve světě v tomto ohledu výjimečné postavení, **zeměpisná poloha, geologická stavba a reliéf zaručují naší republice dostatek zdrojů kvalitní vody.** V současné době je v ČR pitnou vodou zásobováno 92,3% obyvatel, na kanalizační síť je připojeno 83,4% obyvatel. Ke kanalizační síti nejsou připojeni obyvatelé obcí do 2 000 obyvatel, jejichž připojení na kanalizaci a následné čištění odpadních vod bylo dosud příliš nákladné, v současné době je však již připraveno nebo připravováno.

Vodní zdroje je nutné chránit především před negativními následky lidské činnosti. V současnosti hraje důležitou roli i ochrana vodních útvarů **před následky spojenými s probíhajícími klimatickými změnami. S vodou je nutné ještě lépe hospodařit a zajistit uplatnění těch nejmodernějších technologií ve vodním hospodářství.**

Cílem udržitelného vodního hospodářství je zabezpečit nezavadnou pitnou vodu a dokonalé vyčištění odpadních vod ze všech měst, obcí a rozptýlených zdrojů tam, kde vypouštění odpadních vod ohrožuje stav životního prostředí.

6.1 | Moderní postupy úpravy vod

Výroba pitné vody a vody určené k výrobě potravin je významnou skupinou technologií v oblasti vodního hospodářství. Základem je kvalitní surovina, tedy kvalitní podzemní nebo povrchová voda (buď z velkých řek, jezer či umělých nádrží), která je postupně na hrubých sítích a usazováním zbavena mechanických nečistot. Následně je chemickým srážením (pomocí tzv. koagulantů¹) za pomalého míchání (tzv. číření vody²)

1 koagulant – látka tvořící nerozpustnou sloučeninu s nečistotami rozpuštěnými ve vodě

2 číření vody – mechanicko-chemický proces, kdy je během dávkování koagulantů voda pomalu míchána, což podporuje tvorbu vloček srážených nečistot



a následnou filtrací zbavena rozpuštěných a velmi jemných nerozpuštěných znečišťujících látek. Nakonec je dezinfekcí zbavena choroboplodných zárodků a vzniká nezávadná pitná voda.

Potřeba odstraňování látek, které procházejí chemickým čiřením nedotčeny (zejména dusičnany do přírodních vod zanesené převážně ze zemědělské velkovýroby), vyžaduje neustálou modernizaci postupů v čištění vod. Jedná se hlavně o **vývoj nových, k přírodě a člověku šetrnějších koagulantů k úpravě vody čiřením a o vývoj účinnějšího, k přírodě šetrného způsobu dezinfekce**. Následky související s globálními změnami klimatu vyžadují podporu **inovací ve vodním hospodářství, které umožní především získávat pitnou vodu ze zdrojů původně méně vhodných** (nedostatek vody podzemní i povrchové). Dále **umožní řešení problémů vzniklých dlouhodobým skladováním a dopravou upravené a předupravené vody**.

Výzkum nových a ověřování neškodnosti běžných koagulantů probíhá nepřetržitě a jeho výsledky jsou plynule zaváděny do praxe. Vedle klasických postupů úpravy jsou v ČR vyvíjeny, aplikovány a využívány další postupy úpravy vody:

- **tepelná úprava (destilace)** – destilací jsou navzájem oddělovány kapalné látky různého bodu varu,
- **reversní osmóza** – tlaková filtrace přes speciální membránu uzpůsobenou pro zachycení specifických iontů,
- **denitrifikace** – biochemický rozklad dusičnanů a dusitanů až na elementární dusík probíhající při definovaných podmínkách specifickými mikroorganismy,
- **dezinfekce na bázi UV záření** zamezující vzniku nežádoucích chlorovaných organických sloučenin, vznikajících při použití chloru,
- **ozonizace** – dezinfekce pomocí ozonu zamezující vzniku nežádoucích chlorovaných organických sloučenin, vznikajících při použití chloru,
- **nanofiltrace** – proces podobný reversní osmóze s použitím jiného typu membrány zachycující především anorganické soli a objemné organické sloučeniny,
- **mikrofiltrace** – tlaková filtrace přes mikrofiltry specifických velikostí pórů za definovaných podmínek zachycujících i bakterie.

Vzhledem k tomu, že pitná voda má tělu dodávat potřebné živiny, jsou filtrační postupy a také destilace vody používány jen pro část upravované vody, např. při výrobě demineralizované vody společnosti MEGA a.s. pro varnu pivovarů Ostravar a Velké Březno.



6.2 | Čištění důlních a podzemních vod

Nešetrné zásahy do krajiny, extensivní průmyslová výroba a nedostatek environmentální výchovy byly jedním z důvodů vzniku odpadních vod zvláštního typu (většinou v lokalitách starých zátěží). V ČR bylo po roce 1989 vyvíjeno, odzkoušeno a nakonec úspěšně aplikováno několik metod na odstranění znečištění z odpadních vod zvláštního typu.

Odpadními vodami zvláštního typu jsou kontaminované podzemní vody vzniklé výrobní činností v areálech průmyslových podniků nebo z nezabezpečených skládek a také odtékající nebo čerpané vody z bývalých dolů. Zatímco důlní vody jsou obvykle znečištěny jen nadměrným množstvím rozpuštěných anorganických solí³ (bez podílů zvláště nebezpečných znečišťujících látek), znečištěné vody podzemní obsahují většínou specifické kontaminanty (těžké kovy, ropné látky, pesticidy a látky organického i anorganického původu). **Specifické znečištění vyžaduje specifické čisticí technologie i specifické metody identifikace znečištění**, na jejichž vývoji se v ČR podílí např. Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí VUT v Brně.

Sanace podzemních vod probíhaly buď in situ (na původním místě), nebo opakovaným přečerpáváním s vytěšňováním a jímáním kontaminantu (odvětrávání⁴), či formou kontaktní filtrace⁵ spojené s regenerací filtračního materiálu⁶ – tak byly například likvidovány kontaminované podzemní vody u civilních a především vojenských letišť. **V současnosti probíhají sanace vod tohoto typu buď pomocí reversní osmózy, nebo s využitím čisticího účinku vypěstované monokultury mikroorganismů.** Uvedené technologie byly patentovány v zahraničí, ale **na jejich výzkumu se v rámci mezinárodních projektů podílejí i české výzkumné ústavy**, např. Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i.

Princip biologického čištění pomocí mikroorganismů je popsán v dalších částech kapitoly, ve speciálních případech diskutovaných výše je používána kultura mikroorganismů schopná likvidovat prioritně požadované látky, např. ropné deriváty. Aby tyto specifické mikroorganismy v kultuře trvale převládaly, je nutné je neustále kultivovat na pomocném zařízení a přidávat je do vlastního čisticího procesu.

Vedle obecných postupů fyzikálně chemických, jako je destilace odpadních vod a ultrafiltrační postupy⁷ (včetně reversní osmózy), přichází v úvahu při sanaci podzemních odpadních vod a vod důlních i **užití selektivních postupů podle typu látky, která**

3 anorganické soli – látky rozpuštěné ve vodě, které nejsou živočišného, ani rostlinného původu

4 odvětrávání – postup, kdy je roztok probubláván vzduchem, do kterého postupně přechází rozpuštěné plyny

5 kontaktní filtrace – filtrace přes materiál (např. aktivní uhlí), který může některé látky z roztoku sorbovat (vázat na povrchu)

6 regenerace filtračního materiálu – odstranění látek na filtračním materiálu zachycených např. tepelným zpracováním, což umožňuje jeho opětovné použití

7 ultrafiltrační postupy – tlaková filtrace přes speciální membrány



má být odstraněna. Jde o využití specifické kultury mikroorganismů (ropné látky, organické pesticidy), speciálních chemických a fyzikálních postupů (iontoměniče, srážení a loužení za specifických podmínek) až po klasické odvětrávání (u vod kontaminovaných radioaktivními plyny). V ČR budou takto čištěny např. kontaminované vody z již neprovozované skládky v Pozdávčákách (DIAMO, státní podnik) anebo vody z odkaliště ropných produktů Časy společnosti PARAMO, a.s. v Pardubicích (SITA CZ a.s.). Součástí těchto sanačních prací jsou postupy identifikace kontaminantů anorganického a organického původu ve vodách. Výzkum specifických postupů v současné době umožňuje stanovit koncentraci znečištění i v hodnotách hluboko pod mezí nebezpečnosti životnímu prostředí.

6.3 | Čištění městských a průmyslových odpadních vod

Biologické čištění⁸ odpadních vod je nejběžnějším a nejrozšířenějším způsobem čištění městských i průmyslových odpadních vod. Základním procesem v biologických systémech čištění odpadních vod je rozklad organických látek, na němž se podílejí různá mikrobiální společenství. Zároveň **za vhodných podmínek mohou probíhat i některé další procesy podmíněné specializovanými druhy bakterií**, jako je například oxidace amoniaku na dusitany a dusičnany (nitrifikace⁹) působením nitrifikačních bakterií.

Biologické čištění odpadních vod lze rozdělit na procesy, které simulují přírodní podmínky (zemní filtry, kořenové čistírny), nebo procesy řízené, které probíhají v reaktorech. Způsoby čištění v reaktorech lze dále rozdělit na procesy s mikroorganismy ve vznosu (aktivace) a na procesy s přisedlými mikroorganismy (zkrápěné biologické kolony, rotační diskové reaktory). Biologické čištění odpadních vod v reaktorech můžeme ještě rozdělit podle toho, zda mikroorganismy, zajišťující proces čištění, vyžadují přítomnost kyslíku (aerobní podmínky) nebo mohou pracovat bez přístupu kyslíku (anaerobní podmínky). Anaerobní způsoby čištění odpadních vod jsou používány především pro průmyslové odpadní vody s vysokou koncentrací organických látek, zatímco pro čištění městských odpadních vod se v naprosté většině případů využívá aerobního způsobu čištění s mikroorganismy ve vznosu.

Základním principem čištění je vytvoření aktivovaného kalu¹⁰ provzdušňovaného v aktivační nádrži. **Mikroorganismy aktivovaného kalu využívají jednotlivé složky**

8 biologické čištění – proces, při kterém se využívají biochemické procesy mikroorganismů

9 nitrifikace – proces oxidace amoniaku (NH_3 , resp. NH_2) na dusičnany (NO_2), a to přes dusitany (NO_2)

10 aktivovaný kal – směsná bakteriální kultura, obsahující případně i jiné organismy jako např. houby, plísňe, kvasinky a prvoky, ale také z vody adsorbované suspendované a kolooidní látky



odpadní vody pro svůj život a růst, a tím odpadní vodu zbavují znečišťujících složek – čistí ji. Biologická čistírna se skládá z provzdušňované nádrže, v níž dochází k procesu čištění odpadní vody za současné produkce aktivovaného kalu, z dosazovací nádrže, kde se vyčištěná odpadní voda a aktivovaný kal od sebe oddělí sedimentací. Vyčištěná odpadní voda odtéká z biologické čistírny do recipientu nebo může být znovu využita. Sedimentací zahuštěný aktivovaný kal je vrácen zpět do aktivací nádrže (vratný aktivovaný kal). Vzhledem k tomu, že se v průběhu čištění zvyšuje koncentrace aktivovaného kalu v nádrži (mikroorganismy na základě stále přiváděných živin s odpadní vodou rostou a množí se), je nutné část aktivovaného kalu (přebytečný aktivovaný kal) ze systému pravidelně odvádět.

Stále většího významu nabývá otázka **odstraňování specifických látek ve vodách, jako jsou například čistící prostředky, syntetická barviva, těžké kovy a v neposlední řadě i zbytky léčiv, steroidů a hormonů.** Tyto látky nejsou na běžné městské čistírně odpadních vod odstraňovány v dostatečné míře. Z tohoto důvodu se hledají biodegradční vlastnosti jiných organismů, které by tyto speciální látky byly schopny z odpadní vody odstranit. V současné době se v ČR provádějí **experimenty s některými kulturními ligninolytickými hub¹¹, které mají schopnost rozkládat uvedené specifické látky.** Hlavní překážkou pro jejich úspěšnou aplikaci do běžného provozu jsou zcela odlišné kultivační podmínky, kdy na rozdíl od mikroorganismů aktivovaného kalu pracují při pH nižším než 5 a teplotě vyšší než 26 °C. Mikroorganismy aktivovaného kalu přitom pracují především při pH 6–7.

Městské odpadní vody obsahují zejména organické látky, sloučeniny dusíku a fosforu. Vyšší koncentrace dusíku a zvláště pak fosforu ve vodách vede k eutrofizaci vod¹² se všemi doprovodnými negativy (zvýšené náklady při úpravě této povrchové vody na vodu pitnou, hygienické problémy při koupání, výkyvy v koncentraci rozpuštěného kyslíku ve vodě apod.). I z tohoto důvodu se stále snižují limity celkového dusíku a fosforu na odtoku z ČOV. Proto bylo nutné upravit technologie ČOV i pro odstraňování dusíku a fosforu (původní biologické čištění bylo navrženo hlavně pro odstraňování organických látek).

Bylo zjištěno, že nejdůležitějším faktorem pro eutrofizaci vod je koncentrace fosforu. Při biologickém čištění dochází k jeho odstraňování s přebytečným kalem, kdy **volbou podmínek je možné donutit mikroorganismy ke zvýšené akumulaci fosforu v jejich**

11 ligninolytické houby – známé též jako houby bílé hniloby; dřevokazné houby rozkládají hlavně ligninovou složku dřeva; houby bílé hniloby přednostně spotřebovávají ze dřeva tmavý lignin a zůstává po nich světlý vláknitý povrch tvořený zejména vláknou celulozy

12 eutrofizace – nadměrný růst řas a sinic, jehož příčinou je vysoká koncentrace živných látek ve vodě, především sloučenin dusíku a fosforu



tělech. Vzhledem k zákonným požadavkům na kvalitu odtoku z ČOV je v současné době toto biologické odstraňování fosforu nedostatečné a málo účinné. **Odstraňování fosforu z odpadních vod je dnes v naprosté většině zajišťováno chemickým srážením,** a to dávkováním solí železa a hliníku do směsi kalu a odpadní vody v aktivační nádrži.

Odstraňování dusíku je naopak zajišťováno novými biologickými metodami čištění, kdy je zákonných limitů dosahováno **správným řazením částí linky ČOV s různou koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě.** Způsob řazení oxických (s přítomností kyslíku) a anoxických zón (se sníženou koncentrací kyslíku) v technologické lince lze obecně popsat takto: přiváděná odpadní voda vstupuje do anoxické zóny, do které je dále přiváděn zahuštěný aktivovaný kal a aktivační směs z konce oxické zóny s vysokou koncentrací dusičnanů. V anoxické zóně dochází k rozvoji denitrifikačních bakterií, které redukují dusičnanový dusík na plynný dusík a k tomuto procesu využívají organické látky z přiváděné odpadní vody. Aktivační směs odtéká do oxické zóny, ve které je odstraňováno zbývající organické znečištění a amoniakální dusík je oxidován na dusičnany.

Oxidaci amoniakálního dusíku na dusičnanový dusík v aktivaci zajišťují nitrifikační bakterie. Jejich zastoupení v aktivovaném kalu se ale pohybuje pouze od 1 do 3 %. Takto nízká koncentrace je dána především nižší růstovou rychlostí nitrifikačních bakterií ve srovnání s ostatními bakteriemi. Nejrozšířenějším způsobem kompenzace jejich nízké růstové rychlosti je zvyšování tzv. stáří kalu¹³, což ovšem ve svém důsledku vede ke snižování aktivity bakterií a k potřebě větších objemů aktivačních nádrží. Alternativou pro zvýšení podílu nitrifikačních bakterií v aktivovaném kalu je zařazení **in situ bioaugmentace nitrifikace**, při které probíhá kultivace nitrifikačních bakterií v odděle-

né části regenerační nádrže, do které je zaveden zdroj obsahující látky s obsahem dusíku, nejlépe voda z odvodnění aktivovaného kalu. Vypěstované nitrifikační bakterie jsou vysazovány zpět do systému za účelem zvýšení koncentrace nitrifikačních bakterií v aktivační nádrži pro zvýšení účinnosti nitrifikace. Tato metoda byla úspěšně aplikována např. na Ústřední ČOV Praha nebo ČOV Ústí nad Labem. Zavedením této technologie bylo dosaženo významného zvýšení účinnosti odstraňování dusíku. Při správném návrhu ČOV s in situ bioaugmentace nitrifikace se snižují potřebné objemy aktivačních nádrží až o 40 % a zároveň přinášejí úsporu provozních nákladů až o 10 %.

13 stáří kalu – průměrná doba, po kterou bakterie setrvávají v systému



6.4 | Nové postupy separace aktivovaného kalu

Jednou ze zásadních fází biologického čištění odpadních vod je separace (oddělení) aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody. Špatná separace může vést až k úniku aktivovaného kalu do odtoku, což výrazně zvyšuje koncentrace odtokových ukazatelů a znehodnocuje celkový efekt čištění. V čistírenské praxi stále častěji nahrazují klasické dosazovací nádrže **membránové filtry**¹⁴, které jsou ponořeny buď přímo do aktivační nádrže, nebo mimo aktivační nádrž, případně jsou umístěny v oddělené nádrži. Vzduch je do systému dodáván k potřebám biodegradace a pro čištění membrán. Hnací silou odtoku vyčištěné vody je rozdíl hydrostatických tlaků¹⁵ před a za membránou. Membránové moduly eliminují množství technických obtíží spojených se separací aktivovaného kalu v dosazovacích nádržích, systém **je rovněž možné provozovat při daleko vyšších koncentracích aktivovaného kalu**. Vzhledem k tomu, že membránové technologie se obvykle pohybují v oblasti mikrofiltrace až ultrafiltrace, **dochází při separaci aktivovaného kalu k odstraňování nejen veškerých nerozpuštěných látek, ale i bakterií a virů**. To umožňuje vyčištěnou odpadní vodu opětovně využít jako vodu užitkovou, k rekultivacím apod. Nevýhodou této technologie je postupné zanášení membrán, jejich nutná regenerace a zároveň omezená životnost 7 až 10 let.

Zařazení membránových filtrů je obzvláště výhodné při zvyšování kapacity ČOV nebo modernizaci stávajícího zařízení, při nedostatku stavebního prostoru, v případech, kdy je nutné eliminovat sezónní odchylky kvality i kvantity odpadní vody, při požadavcích na vysokou kvalitu odtoku z čistírny a při potřebě recirkulace vyčištěné vody zpět do provozu. Tuto technologii je rovněž možné použít pro všechny velikostní kategorie ČOV.

V grafu 2 jsou znázorněny odtokové parametry ČOV s membránou umístěnou v aktivační o velikosti odpovídající kategorii domovní ČOV. Z grafu jsou zřejmé velmi nízké odtokové koncentrace především v parametrech NL¹⁶ (2 mg.l⁻¹) a BSK₅¹⁷ (3 mg.l⁻¹). V této velikostní kategorii ČOV jsou přítom za dobré výsledky považovány hodnoty NL a BSK₅ kolem 10 mg.l⁻¹ a CHSK_C¹⁸ okolo 70 mg.l⁻¹.

14 membránový filtr – filtr z plastových materiálů, který slouží jako síto pro oddělení dvou fází

15 hydrostatický tlak – tlak v kapalíně, který je způsoben její tíhou

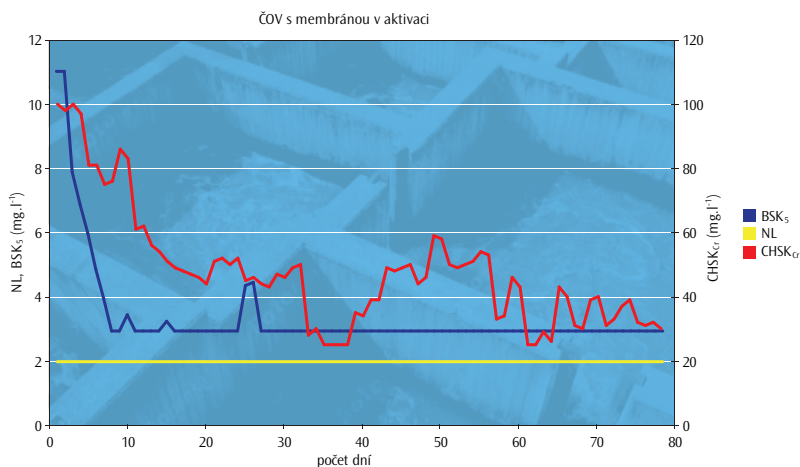
16 NL – nerozpuštěné látky ve vodách

17 BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku, který spotřebují mikroorganismy na rozklad organického znečištění za 5 dní

18 CHSK_C – chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným, která udává spotřebu kyslíku potřebnou k oxidaci všech látek, tedy nejen těch, které mohou být odbourány biologickou cestou



GRAF 2 | Odtokové koncentrace ČOV s membránou v aktivaci [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$]



ZDROJ | Schönbauerová, Kučera, Jun (2009)

6.5 | Moderní fyzikální postupy v technologii čištění odpadních vod

Mezi nepoužívanější fyzikální technologie při čištění odpadních vod patří **filtrace**, jejíž použití je možné v několika úrovních. Při dočišťování odpadních vod lze použít jak obyčejnou filtraci na pískových a směsných filtrech, tak i tlakovou filtraci na mikrosítech a mikro až ultrafiltraci na membránách. Všechny uvedené technologie **slouží k odstranění zbytkových koncentrací nerozpuštěných látek v odtoku zachycením na filtračním médiu. Snížením koncentrace nerozpuštěných látek dojde zároveň i ke zlepšení odtokových koncentrací dalších ukazatelů znečištění (celkový dusík, celkový fosfor, CHSK_G)**. U této technologie je vždy třeba počítat s regenerací filtru (filtračního lože) a s odstraňováním vod použitých k této činnosti.

Sorpce, jako další metoda terciárního dočištění odpadní vody, funguje na principu hromadění (zachycení) rozpuštěné látky (adsorbátu) na povrchu tuhé fáze (adsorbentu), tedy nosného materiálu. V technologii se nejčastěji jako adsorbent používá aktivní



uhlí (práškové nebo granulované), lze ale použít i jiné sorpční materiály jako elektrárenský popílek, škváru, bentonity nebo látky na bázi organických polymerů (kopolymeru styrenu a divinylbenzenu, estery kyseliny akrylové). Pomocí vrstvy adsorbentu i na povrchu filtračního lože lze intenzifikovat proces filtrace. Proces sorpce ovlivňuje množství faktorů, např. velikost částic adsorbentu, koncentrace adsorbátu, teplota, pH, molekulová hmotnost a další specifické vlastnosti sorbované látky. Sorpce je využívána pro **odstranění látek karcinogenních a mutagenních, látek obtížně biologicky rozložitelných, případně látek způsobujících pachové problémy**. Jedná se především o zbytkové koncentrace organických látek (chlorované aromatické uhlovodíky, pesticidy), těžké kovy, volný chlor atd. Problematickým bodem této technologie se může stát regenerace, případně odstraňování vyčerpaných sorbentů.


K méně obvyklým postupům využívajícím reakce vody na aplikaci elektrického proudu patří **technologie elektro-impulsního čištění odpadních vod**. Tato technologie se vyznačuje vysokou účinností při **snížování uhlíkatého znečištění i při eliminaci nutrientů¹⁹ a při odstraňování nežádoucích látek jako jsou tuky, odmašťovací prostředky, ropa a ropné produkty**. Princip činnosti zařízení spočívá v tom, že na kontinuální tok znečištěné vody je působeno silnými elektrickými a magnetickými poli. V reaktoru zařízení dochází působením impulsního elektromagnetického pole k disociaci molekul²⁰ látek obsažených v odpadních vodách, v důsledku čehož se vytvářejí makromolekuly těchto látek. Nežádoucí látky jsou z vody odstraňovány ve formě flotační pěny²¹ a kalu odkalovaného z nádrže vlastního procesu a z dosazovací nádrže. Systém je používán podobně jako **elektroflotace** (kdy je navíc dávkováno i koagulační činidlo) k **čištění (a předčištění) vysoce znečištěných vod s obsahem organických látek na bázi olejů a tuků**.

19 nutrient – živina

20 disociace molekul – rozdělení molekul sloučeniny na jednotlivé ionty

21 flotační pěna – na povrchu nádrže se vytváří z bublinek plynu (zde vzniklého elektrickým rozkladem vody) vrstva pěny, ve které se hromadí na bubliny přichycené nečistoty





Ochrana životního prostředí v souvislosti s výrobou chemických látek



7 | Ochrana životního prostředí v souvislosti s výrobou chemických látek

Chemický průmysl používá energetické suroviny, zejména ropu, plyn a v menší míře také uhlí **nejen jako zdroj energie, ale i jako základní suroviny pro vlastní výrobu**. Na světové průmyslové spotřebě energie a surovin se podílí 30%. Zároveň však **poskytuje celou řadu výrobků, které umožňují produkovat energii šetrným způsobem** (např. suroviny pro výrobu solárních panelů), **skladovat energii** (baterie) nebo **energiemi šetřit** (např. izolační materiály a lehké materiály, šetřící energii při jejich dopravě). **Výrobky chemického průmyslu tak často přispívají k úsporám energií a snižování emisí v jiných oborech hospodářství.**

Intenzivní chemický výzkum a inovace v oblastech průmyslové biotechnologie¹, reakčních procesů² a technologií materiálů **se soustřeďuje zvláště na zlepšení konkurenceschopnosti a ekologické přijatelnosti, resp. odpovědného podnikání organizací chemického průmyslu**. **Impuls k zavádění ekoinovativních a úsporných technologií v chemickém průmyslu je dále podnícen snahou o snížení silné závislosti surovinové báze chemických výrobků na fosilních surovinách a energii**. Potenciál úspor energie a surovin zatím není vyčerpán, **v chemickém průmyslu proto neustále vznikají nové výzkumné záměry směřující k ochraně životního prostředí a udržitelnému rozvoji.**

Koncem roku 2005 byla ustanovena Česká technologická platforma pro udržitelnou chemii (SusChem ČR), která je součástí Evropské technologické platformy pro udržitelnou chemii (SUSCHEM). K základním cílům platformy patří zvyšování konkurenceschopnosti českého chemického průmyslu, vytváření mostu mezi vědou, výzkumem a průmyslem v oblasti chemie, dále pak propagace inovačních aktivit a vědecko-technického rozvoje v chemickém průmyslu a zapojení ČR do realizace hlavních činností SUSCHEM. V roce 2006 byla ustanovena Česká technologická platforma pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu, jejímž hlavním cílem je udržitelná výroba biopaliv v ČR.

1 průmyslová biotechnologie – průmyslová technologie, využívající biologické a biochemické postupy při výrobě produktů

2 reakční procesy – chemické výroby, při kterých dochází k přeměně chemických látek na jiné chemické látky

Aby byl důkladně zmapován trh s chemickými látkami a přípravky a na trhu se nevyskytovaly neproověřené chemické látky, byla v roce 2006 v EU přijata nová koncepce chemické politiky (REACH³), jež byla do české legislativy implementována zákonem č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. **Realizace REACH zajistí, že do roku 2020 budou v EU vyráběny a používány pouze chemické látky se známými vlastnostmi, které neohrozí zdraví zaměstnanců výroben, uživatelů výrobků ani životní prostředí.** Zákon o chemických látkách a chemických přípravcích ukládá rovněž povinnost značení chemických výrobků.

7.1 | Výroba anilinu s využitím odpadního tepla

Anilin je organická sloučenina, která je používána např. k výrobě azobarviv⁴ a léčiv. Výroba anilinu byla předmětem výzkumu realizovaného na VŠCHT v Praze ve spolupráci se společností BorsodChem MCHZ, s.r.o. Principem výroby anilinu je katalytická redukce⁵ nitrobenzenu⁶ vodíkem s řadou kolon na izolaci čistého anilinu. Systémů redukce je několik, radikálně se liší použitým reaktorem a katalyzátorem. Úpravy technologie a pozdější navýšení kapacity výroby anilinu na 150 kt za rok spolu s řadou technických změn vedoucích ke snížení investičních nákladů a zlepšení využití energie vedly k tomu, že je **proces soběstačný ve spotřebě tepla, a navíc produkuje až 1 tunu páry na 1 tunu anilinu pro externí použití** při výrobě nitrobenzenu. **Díky dokonalejšímu využití energie vznikající během výrobního procesu není třeba využívat vnější energetické zdroje.** V roce 2003 bylo prodáno know-how a licence na výrobu anilinu v množství 150 kt za rok japonské společnosti Tosoh Corporation. Po spuštění japonské jednotky v roce 2005 je technologií vyráběn anilin, který představuje téměř 10 % světové spotřeby. ČR se na světové výrobě anilinu podílí 5 %, což je nejvíce mezi základními chemickými produkty.

3 REACH – Nařízení ES č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, tzv. REACH (registrace, evaluace a autorizace chemických látek)

4 azobarviva – jsou nejpočetnější a nejdůležitější skupinou organických barviv, zahrnující všechny odstíny od žluté po černou

5 katalytická redukce – chemická reakce za přítomnosti katalyzátoru

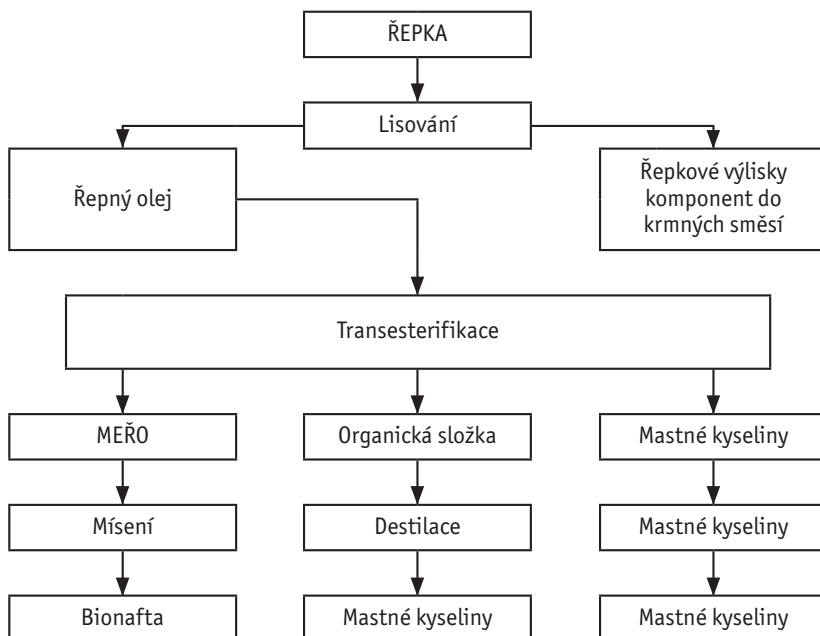
6 nitrobenzen – organická sloučenina, základní surovina pro výrobu anilinu a azobarviv

7.2 | Výroba metylesteru řepkového oleje

Metylester řepkového oleje je spolu s bioetanolem motorovým biopalivem I. generace. Z české legislativy vyplývá povinnost přidávat biopaliva do motorových paliv. Pro rok 2009 je stanoven povinný přírůstek 4,5 % bionafty do motorové nafty.

MEŘO je z 98 % biologicky odbouratelný do 21 dní, a tím příznivě ovlivňuje vlastnosti směsi s motorovou naftou. Vedlejší produkty výroby jsou dále využívány v chemickém průmyslu. Z energetické bilance celého cyklu výroby MEŘO vyplývá, že **z vložené energie jsou produkovány výrobky s celkovým energetickým obsahem, který šestkrát, případně třikrát (podle použité metodiky hodnocení) převyšuje vloženou energii.** Postup výroby MEŘO a bionafty je nastíněn na obrázku 2.

OBR. 2 | Technologické schéma výroby bionafty



ZDROJ | BIZOMASA [online]

Vysvětlení pojmů:

Transesterifikace – chemická přeměna jednoho esteru kyseliny na jiný ester

Destilace – metoda oddělování kapalných látek na základě různého bodu varu

Mezi výrobce MEŘO v ČR patří např. SETUZA a.s., AGROPODNIK, a.s., Jihlava nebo KL-OIL s.r.o.

7.3 | Výroba epichlorhydrinu z obnovitelných zdrojů


Epichlorhydrin⁷ je klíčovou surovinou pro výrobu epoxidových pryskyřic⁸. Dříve byl vyráběn téměř výlučně z propylenu, tedy suroviny vycházející z ropy. Nyní se epichlorhydrin vyrábí kombinovaným způsobem, kdy je syntéza meziprojektu dichlorhydrinu zajišťována nadále částečně propylenovou cestou, a částečně nově glycerinovou cestou. Glycerin je látkou pocházející z obnovitelného rostlinného surovinového zdroje.

Hlavními přínosy technologie výroby glycerinovou cestou jsou:

- vysoká míra bezpečnosti – technologie nenárokuje zkapalněný chlór ani zkapalněný propylen,
- **nižší environmentální dopady** – nižší produkce všech typů odpadů, nižší spotřeby srovnatelných typů surovin,
- **nízké měrné spotřeby všech typů energií,**
- vysoká flexibilita,
- **nahrazení klíčové suroviny výroby, a to propylenu z ropy za glycerin z obnovitelného zdroje,**
- konkurenceschopnost v nákladech v porovnání s představiteli trhu disponujícími několikanásobně většími kapacitami výroby.

7 epichlorhydrin – organická sloučenina, která mimo jiné slouží k výrobě papírových klíždídel a epoxidových pryskyřic používaných ve výrobě nátěrových tekutých a práškových hmot, výrobě kompozitů, ve stavebnictví, v elektrotechnice a elektronice

8 epoxidové pryskyřice – makromolekulární organické látky, které se používají na výrobu lepidel vynikajících vlastností, s vysokou adhezivitou ke kovům, sklu, porcelánu, kůži, dřevu; epoxidové pryskyřice slouží též k výrobě nátěrových a laminačních hmot, jako líc pryskyřice zvláště v elektrotechnickém průmyslu



Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a.s., se sídlí v Ústí nad Labem (Spolchemie), zavedl zcela unikátní technologii, vyvinutou vlastními odborníky. Technologie spočívá ve výrobě epichlorhydrinu z obnovitelného surovinového zdroje (jedná se o využití jednoho z vedlejších produktů výroby biopaliv – glycerinu). Spolchemie uvedla novou jednot-

ku do zkušební provozu na počátku roku 2007. Dnes má nová linka celé dva roky provozu za sebou a všechny projektované parametry byly beze zbytku naplněny. Technologie je předmětem patentu, o nějž je velký zájem mezi světovými výrobci. Před zahájením je výstavba jednotky v zahraničí dle know-how Spolchemie.


7.4 | Chemické výrobky šetrné k vodním tokům

U všech výrobků, které by mohly způsobit znečištění vod, je vyhodnocována jejich biologická rozložitelnost a toxicita na vodní mikroorganismy. Chemické látky, které nejsou biologicky rozložitelné nebo jsou toxické pro vodní mikroorganismy, nesmějí být v těchto výrobcích obsaženy.

Prací a mycí prostředky končí ve větších městech a větších obcích v čistírnách městských odpadních vod, kde jsou čištěny biologicky. V menších obcích ovšem přecházejí často přímo do vodních toků (přes septik nebo domovní čistírnu, jejichž čistící funkce není vždy plně zajištěna). Proto je v ČR zavedena **povinnost testovat všechny součásti pracích prostředků na jejich biologickou rozložitelnost**.

Ve vodě se vyskytují soli vápníku a hořčíku, jež působí nepříznivě na prací proces, způsobují tzv. tvrdost vody. V pracích prostředcích musí být proto obsaženy složky zajišťující měkčení vody. K potlačení vlivu solí vápníku a hořčíku se v minulosti přidávaly do pracích prášků sloučeniny fosforu, který ve větším množství způsobuje eutrofizaci vod, což je proces, při kterém dochází k obohacování vod o živiny, zejména dusík a fosfor. Nadměrný obsah živin podporuje růst fytoplanktonu, jehož přemnožení může citlivým osobám při koupání působit potíže. Vodní květ dále ztěžuje čištění vody pro výrobu vody pitné i průmyslové a může způsobit snížení obsahu kyslíku ve vodě a následný úhyn vyšších organismů (ryb, škeblí). **Fosforečnany jsou proto v pracích prášcích nahrazovány molekulovými sítěmi⁹ (zeolity)**, což jsou látky, které mají schopnost vázat soli vápní-

9 molekulová síta – krystalické mikroporézní materiály se schopností vázat soli vápníku a hořčíku



ku a hořčíku. Při průniku do vodních toků přecházejí do sedimentů a jsou neškodné pro životní prostředí. Výroba pracích prostředků bez fosforečnanů je příspěvkem chemie k ochraně životního prostředí.

Efektivní odpadové hospodářství





8 | Efektivní odpadové hospodářství

Odpady jsou nejen průvodním jevem neefektivního nakládání s neobnovitelnými přírodními zdroji, ale zároveň jsou zdroji surovin a energie, jejichž význam roste. Nedokonalé skládkování a spalování odpadů představuje **zdroj znečištění půdy, vody a ovzduší nebezpečnými látkami** (toxickými kovy nebo perzistentními organickými polutanty apod.).

Odpadové hospodářství je moderním průřezovým technologickým odvětvím. Dotýká se jak výroby, tak i spotřeby a zahrnuje oblasti od těžby surovin a jejich zpracování, přes výrobu ke spotřebě produktů. Soustřeďuje se na předcházení vzniku odpadů, jejich efektivní materiálové a energetické využití, ale také se zabývá úpravou a odstraňováním odpadů. Hierarchie nakládání s odpady je dána zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech.

Prevence vzniku odpadů a zvyšování podílu recyklace je limitována ekonomickými možnostmi a vyžaduje nejen nové ekonomické stimuly, ale zejména změnu chování výrobců a spotřebitelů. Potřeba snížit zátěž životního prostředí a snižující se možnosti přístupu k primárním surovinám vede k **nutnosti znovuzískávání dále využitelných látek z odpadů**. Proto v současné době zaznamenává ČR poměrně prudký nárůst počtu i kapacity recyklačních zařízení. **Většina ekoinovativních technologií v odpadovém hospodářství přistupuje k odpadům jako k surovinám.** U materiálového využívání odpadů jsou uplatňovány zejména technologie zaměřené na odstraňování vybraných látek z odpadů, technologie znovuzískávání vzácných látek (např. drahých kovů) a technologie zpracovávající biologicky rozložitelné odpady.

8.1 | Materiálové využití odpadů

8.1.1 | Recyklace chladicích zařízení

Recyklací chladicích zařízení, resp. odstraňováním freonů z chladicích zařízení, se v ČR zabývá např. společnost PRAKTIK LIBEREC, s.r.o. Jedná se o **technologie bezpečného zpracování vyrazených chladicích zařízení**, jako jsou chladničky, klimatizační jednotky staveb a klimatizace automobilů. Ve všech zmíněných zařízeních se jako chladicí náplň používají freony. Freony, pokud jsou uvolněny do atmosféry, narušují ozono-



vou vrstvu Země, čímž dochází k pronikání zvýšeného množství UV-B záření na zemský povrch.

Zařízení, která obsahují freony, jsou zpracovávána dvousložkově. V první fázi dochází k odsátí freonů z izolací a také z chladicích okruhů ve směsi s olejem do nízkoteplotní kondenzační jednotky a k následné separaci termickým odplyněním¹, za současného oddělení obou složek. Freony jsou dále čerpány do tlakových lahví a předávány k odstranění. Ve druhé fázi dochází k drcení izolací za podtlaku. Materiály, získané úpravou elektrozařízení, jsou dále předávány k využití.

8.1.2 | Plazmová technologie zpracování elektroodpadů

Jednou z nejmodernějších technologií pro zpracování elektroodpadů je technologie plazmového tavení. Technologií v ČR disponuje společnost SAFINA, a.s., která vyvinula jedinečný proces PlasmaEnvi®. Proces byl navržen speciálně pro zpracování použitých průmyslových katalyzátorů s hlavním zaměřením na katalyzátory s obsahem drahých kovů. **Plazmovým tavením se zpracovávají nízkoroznostní materiály z elektroodpadů, jimiž jsou neželezné kovy převážně s obsahem mědi a drahých kovů.** Výstupem technologie jsou měděné slitky obsahující drahé kovy (Au, Ag, Pd, Pt), tedy neželezné kovy převážně s obsahem mědi a drahých kovů. V plazmové tavírně jsou uvedené materiály přetavovány, získané kovy jsou následně využity a předčištěné odpadní plyny jsou spalovány. **Z odpadů jsou tak získávány cenné suroviny za současné minimalizace zatížení okolního prostředí emisemi.** V budoucnu se dá předpokládat využití technologie ve stále větším měřítku. V ČR doposud neexistuje jiná technologie zpracování nízkoroznostních odpadů.

8.1.3 | Recyklace plastů

V podmínkách ČR se provádí recyklace odpadních plastů ze smíšeného plastu nebo vytříděného plastu, např. PET² lahví, odpadů z výroby plastů atd.

Recyklaci smíšeného plastového odpadu provádí v ČR např. společnost Transform a.s., Lázně Bohdaneč, která se zabývá úpravou vytříděných plastů z komunálního odpadu. Ty jsou drceny, mlety nebo v případě fólií aglomerovány³ a vzájemně míšeny v takovém

1 termické odplynění – postup zahřívání kapaliny, při kterém dochází k uvolnění plynů vázaných v kapalině

2 PET – polyethylentereftalát

3 aglomerace – tepelné zpracování spečením fólií do formy granulí



oměru, aby výsledkem byl výrobek pevně stanovených vlastností. Předupravená směs je následně používána k výrobě např. zatrávňovacích dílců, záhonových chodníků, plovoucích planěk, kabelových žlabů různých rozměrů, přepravních palet, desek, palubek a nejrůznějších tyčových profilů. Tyto **výrobky jsou odolné vůči povětrnostním vlivům, mají dobré mechanické vlastnosti, jsou nenasákavé, chemicky inertní, mají nízkou hmotnost a jsou plně recyklovatelné.**

Výrobou polyesterových vláken z granulátu získaného zpracováním odpadů z PET se v ČR zabývá společnost SILON s.r.o., Planá nad Lužnicí. PET odpady jsou po prvotní úpravě nataveny a po dosažení požadovaných vlastností tryskou vstříkávány do klimatizační šachty, kde dojde k vychladnutí materiálu. Další postup závisí především na požadavcích na výsledný výrobek (polyesterová stříž, PET pásy, PET fólie atd.). Při výrobě polyesterového vlákna (TESIL® polyesterové vlákno), známého především k výrobě oděvů, jsou vlákna dále natahována až do tloušťky vhodné k použití v textilním průmyslu. **Výrobku TESIL® polyesterové vlákno byla v roce 2008 udělena ekoznačka** Evropské unie a Ekologicky šetrný výrobek v kategorii textilní výroby. Ekoznačení patří mezi dobrovolné nástroje na ochranu životního prostředí. **Výrobky označené ekoznačkou jsou nejen šetrnější k životnímu prostředí, a to ve všech fázích své životnosti, ale jsou také šetrné ke zdraví spotřebitele.**

8.1.4 | Recyklace vybraných odpadů

Pro účely materiálového využití odpadů jsou dále využívány např. postupy drcení, třídění a mletí odpadů.

Příkladem využití uvedených postupů je **recyklace vyřazených pneumatik**. Recyklací pneumatik vznikají certifikované výrobky, které jsou vhodné jako antivibrační desky, pryžové dlažby apod. V ČR existuje celá řada zpracovatelů, kteří jsou sdruženi v Českém sdružení pro recyklaci pneumatik.

Dalším příkladem použití zmíněných technologií je **recyklace stavebního odpadu** jeho drcením a následným tříděním. Stavební a demoliční odpady představují v zemích EU i v ČR významný podíl na produkci odpadů, který činí více než 25 %. Kvalita recyklátu se odvíjí od použité technologie drcení, kterou je stavební odpad zpracován. Totéž platí pro asfalto-betonové recykláty vznikající při rekonstrukci vozovek. V ČR jsou v Asociaci pro rozvoj recyklace stavebních materiálů sdruženy osoby a organizace zabývající se řešením problémů zpracování stavebních odpadů.



K propojení technologie zpracování odpadů s následným materiálovým využitím surovin z odpadu přímo v místě úprav dochází ve společnosti Kovohutě Příbram nástupnická, a.s., která se zabývá výkupem a recyklací elektroodpadů, vyřazených elektrozařízení, odpadů s obsahem olova, olověných autobaterií, odpadů s obsahem drahých kovů a odpadů z autovraků. Následně z recyklátů

produkuje výrobky pro stavebnictví, strojírenství, zdravotnictví, chemický průmysl, elektrotechniku a jiné.

Výhodou recyklace odpadů v místě, kde probíhá výroba ze získaných surovin, je především eliminace dopravní zátěže při převážení odpadů do místa recyklace a následně z místa recyklace ke zpracovateli získaných surovin.

8.2 | Technologie využití biologicky rozložitelných odpadů

Snaha o omezení ukládání biologicky rozložitelných odpadů na skládky odpadů vede v posledních letech k rozmachu technologií zpracovávajících komunální BRO, ale i odpady ze zemědělství, potravinářského průmyslu a lesnictví. Účelem použití těchto technologií je vytvoření produktu, který je dále využitelný (např. biopalivo, kompost a hnojivo).

8.2.1 | Využití biologicky rozložitelných odpadů procesem anaerobní digesce

Princípem technologie je **kontrolovaná přeměna biologicky rozložitelných látek s vysokým obsahem uhlíku na metan a oxid uhličitý**. Celý proces probíhá bez přístupu vzduchu tak, aby na vstupní odpad mohly působit kyselínotvorné a metanotvorné bakterie. Výstupem z technologie je bioplyn a digestát⁴, přičemž **produkce bioplynu je hlavním motivem pro využívání technologie anaerobní digesce k úpravě BRO. Bioplyn je využíván k výrobě elektrické a tepelné energie v kogeneračních jednotkách⁵ bioplynových stanic**. V bioplynových stanicích dochází zároveň k úpravě odpadů. Vstu-

4 digestát – tuhý nebo kapalný zbytek po anaerobní digestci, za předpokladu splnění podmínek registrace se dá využít jako hnojivo na zemědělské půdě

5 kogenerační jednotka – zařízení na bázi plynových spalovacích motorů, které při spalování bioplynu vyrábí současně tepelnou a elektrickou energii



pem do zařízení bývá v ČR především BRO ze zemědělské výroby, především kejda, hnůj a močůvka, kaly z ČOV, biologicky rozložitelné domovní odpady a odpady ze stravoven.

Přínosem výstavby bioplynových stanic pro životní prostředí je zejména výstup ze zařízení. V případě, že jsou dodrženy všechny technologické postupy a kvalita vstupních odpadů, stává se zařízení využívající tuto technologii vlastně **zařízením na materiálové i energetické využití odpadů**. V budoucnosti se předpokládá velký rozmach bioplynových stanic, a to i jako technologie sloužící k úpravě biologicky rozložitelného komunálního odpadu.

8.2.2 | Využití biologicky rozložitelných odpadů aerobní fermentací

Jedním ze zařízení k úpravě BRO je aerobní fermentor EWA společnosti AGRO-EKO spol. s r.o., ve kterém probíhá **řízená termofilní aerobní fermentace (kompostování) směsi BRO a biomasy ze zemědělství a lesnictví**. Ve směsi je provzdušňováním a překopáváním aktivován metabolický aparát bakterií přítomných v bioodpadech, čímž dochází k iniciaci a zintenzivnění termofilní aerobní fermentace. Následným zvýšením teploty je zajišťována hygienizace směsi, tedy eliminace množství přítomných virů, bakterií a plísní na přípustné hodnoty. Na konci procesu je dosušením snížena vlhkost odpadu na požadovanou úroveň. Výsledným produktem je biopalivo vhodné ke spalování v zařízeních, které běžně spalují biomasu nebo méně kvalitní uhlí.

Systém vykazuje nízkou spotřebu energie, neboť je dotován energií z rekuperace vyrobeného tepla, rychlostí celého procesu (cca 4 dny) a širokými možnostmi použití výsledného produktu.

8.3 | Zpracování odpadů pyrolýzou

Technologie pyrolýzního zpracování organických odpadů se v ČR rychle rozvíjí. Jedná se o proces rozkladu organické hmoty za současného působení tepla bez přístupu vzduchu, nazývaný také termolýza. Působením tepla dochází k rozkladu složitějších organických látek na látky jednodušší. Produktem pyrolýzy je vždy tuhá fáze (na bázi koksu), tekutá fáze a plynná fáze. **Pomocí technologie lze upravovat všechny látky organického původu**, tedy v případě odpadů např. bioodpady nebo použité pneumatiky. Využití všech tří fází produktu závisí na charakteru vstupní suroviny (odpadu). **Získaný plyn lze po vyčištění použít k výrobě elektrické nebo tepelné energie. Pevná fáze na výstupu má charakter strusky, ve které jsou ale škodliviny vázány pevnými vazba-**



mi s nulovou vyluhovatelností. Proto je **vhodná např. jako inertní stavební materiál. V případě pyrolýzy použitých pneumatik má tekutá fáze na výstupu charakter surové motorové nafty.**

Rozvojem technologie a jejím zaváděním do praxe se v ČR zabývá klastr ENVICRACK (klastr obnovitelných zdrojů), který sdružuje subjekty se zájmem o výzkum a uvedení technologie pyrolýzy do praxe.

8.4 | Flotace a reflatace

Flotace je fyzikálně chemický způsob rozduřování⁶, který využívá rozdílné smáčitelnosti⁷ povrchu různých minerálů. Technologie flotace se objevuje v nových aplikacích např. při **dekontaminaci půd, flotace tiskařské černi při zpracování sběrového papíru nebo při recyklaci plastů** (flotace plastů využívá jejich rozdílné hustoty, v průmyslovém měřítku se používá k třídění plastových odpadů).

Specifickou technologií flotace je reflatace, tedy flotace prováděná na surovině, která již jednou prošla flotační úpravou. **Reflatace je využívána k znovuzískání surovin z odpadu z úpravy černého uhlí, které je uloženo v odkalištích⁸ a obsahuje ještě poměrně vysoké procento využitelné uhelné substance.** Na odkalištích není možné při hydraulické těžbě zajistit stabilní kvalitu těžené suroviny, protože v průběhu doby naplavování (v řádech několika let) odkaliště se měnila místa nátoků kalů a vlastnosti kalů jsou tedy velmi variabilní.

Z výše uvedených důvodů je před těžbou nutné ověřit kvalitu kalů uložených v odkalištích. Výzkumem koksovacích vlastností směsí černouhelných kalů v laboratorních podmínkách bylo zjištěno, že kaly těžené z venkovních odkališť a podrobené reflataci lze použít v omezeném množství (cca 10 % produktu reflatace a 90 % uhlí) pro výrobu uhlí vhodného pro koksování, aniž by to mělo negativní vliv na další parametry, např. obsah popela či vody.

Technologie reflatace je využívána v rámci Ostravsko-karvinského revíru a **napomáhá ke zhodnocení zásob sedimentovaných černouhelných kalů pro výrobu flo-**

6 rozduřování – proces úpravy surovin nebo odpadů, jehož úkolem je převedení užitkové složky upravované suroviny do koncentráту a složky nežádoucí do odpadu

7 smáčitelnost – přilnavost povrchu nerostů k vodě; fyzikálně chemická vlastnost tuhých částic minerálů důležitá pro flotaci; smáčitelnost závisí na povrchovém napětí kapaliny a na vlastnostech povrchu smáčeného materiálu (složení, krystalické struktury atd.)

8 odkaliště – venkovní sedimentační nádrže, sloužící pro usazování a odvodnění tuhých látek z úpravárenských odpadů, tj. jemnozrnných odpadů z úpravy uhlí



tačních koncentrátů k přípravě uhlí vhodného pro koksování nebo jako paliva pro energetiku.

8.5 | Minerální biotechnologie

Mezi progresivní technologie v odpadovém hospodářství patří minerální biotechnologie. Současný stav poznání v této oblasti přechází od výzkumných aktivit k praktickým aplikacím. Okruh využití biotechnologií v oblasti odpadového hospodářství se stále rozšiřuje o nové možnosti.

Minerální biotechnologie zahrnují **technologické postupy, které při úpravě nebo zpracování surovin či odpadů využívají mikroorganismy nebo produkty jejich metabolismu**. Např. půdy znečištěné ropnými produkty a pesticidy lze dekontaminovat **biodegradací**. Na připravený materiál je aplikován biopreparát směsných bakteriálních kultur, které napomáhají rychlejšímu rozkladu kontaminantu v odpadu. Biodegradaci lze provádět buď v místě kontaminace (in-situ), nebo s vytěžením či odstraněním kontaminovaného média (ex-situ).

Bioflotace je ověřena především k odsiřování jemnozrnného černého uhlí, ze kterého je možné vyflotovat pyřit.

Bioflokulace představuje jeden z možných způsobů zpracování velmi jemných nehomogenních odpadních černouhelných kalů. Princip tohoto procesu spočívá ve shlukování ultrajemné minerální složky působením bioflokulantů⁹. Vzniklé vločky se oddělují od suspenze sedimentací nebo filtrací. Metodou bioflokulace lze odstranit značný podíl velmi jemných zrn, což má následně příznivý vliv na rychlost, účinnost a také snížení energetické náročnosti procesů filtrace a sedimentace.

Bioflotoflokulace je proces, kdy jsou nejdříve pro surovinu určenou k flotaci použity bioflokulanty, které způsobí shluk užitečné složky do vloček, které po přidání flotačního činidla vyflotují. Bylo prokázáno, že při aplikaci bioflotoflokulace se zvýší hmotnostní výnos produktů až o cca 15 % při zachování požadované kvality koncentráту pod 10 % obsahu popela.

Minerální biotechnologie jsou jedním z hlavních předmětů výzkumu na Institutu environmentálního inženýrství, Hornicko-geologické fakulty, VŠB-TU Ostrava. Zde je využíváno dlouhodobých a tradičních znalostí z oboru úpravy nerostných surovin.

9 bioflokulanty – mikroorganismy produkující slizovité substance, které tvoří ochrannou vrstvu buněk



Závěr

Aplikace environmentálních a ekoinovativních technologií přinesla v evropském měřítku požadovaný pozitivní efekt v oblasti omezování průmyslového znečištění a zvyšování ochrany životního prostředí.

Technologie šetrné k životnímu prostředí se mohou uplatnit nejen v evropském regionu, ale jsou také dobrým exportním artiklem, který plní dvě funkce – je příležitostí pro výrobu a další inovace a zároveň pomáhá snižovat zátěž životního prostředí v místě své instalace. Přenos know-how v oblasti environmentálních technologií a ekoinovací, zejména do zemí třetího světa, je také Evropskou komisí považován za významný nástroj ochrany životního prostředí, kterému je třeba v současné době věnovat zvýšenou pozornost.

Publikace představuje první sondu do problematiky environmentálních technologií a ekoinovací v ČR. Konkrétní příklady úspěšného vývoje, výroby a použití různých technologií v praxi dokládají, že ČR je zemí s vysokým využitím vyspělých technik v řadě průmyslových a zemědělských odvětví a zároveň je zde potenciál pro jejich další rozvoj. Vymezení sektorů, ani výčet dílčích technologií, není konečný nebo uzavřený. Naopak, ekoinovace a environmentální technologie mají v podmínkách ČR široké možnosti uplatnění.

Dokládá to i osmé vydání Srovnávací tabulky evropských inovací (European Innovation Scoreboard), které bylo představeno v Bruselu dne 22. 1. 2009. Dokument poskytuje srovnání úrovně inovačních systémů a politik členských států EU a dalších vybraných zemí.

ČR se umístila na 15. místě z EU27 a nachází se tak ve skupině tzv. umírněných inovátorů. Inovační výkonnost ČR sice nedosahuje průměru EU27, ale roční nárůst souhrnného inovačního indexu, pomocí kterého je určována inovační výkonnost, je nad průměrem EU27.

Seznam zkratk

AV – Akademie věd

BAT – nejlepší dostupné techniky

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

BRO – biologicky rozložitelný odpad

CCS – separace a ukládání uhlíku

CDV – Centrum dopravního výzkumu

CNG – stlačený zemní plyn

CZREA – Czech Renewable Energy Agency

ČOV – čistírna odpadních vod

ČVUT – České vysoké učení technické

DPH – daň z přidané hodnoty

EIA – Posuzování vlivů na životní prostředí

EMAS – Environmentální systém managementu a auditu

ERÚ – Energetický regulační úřad

ETAP – Akční plán na podporu environmentálních technologií Evropské unie

EU ETS – systém obchodovatelných povolenek v Evropské unii

E85 – ekologicky šetrné biopalivo

FVE – fotovoltaická elektrárna

FVS – fotovoltaické systémy

GMO – geneticky modifikované organismy

HC – uhlovodíky

HDP – hrubý domácí produkt

IGCC – integrované zplyňování s paroplynovým cyklem

LCA – hodnocení životního cyklu

MD – Ministerstvo dopravy

MEŘO – metylester řepkového oleje

MHD – městská hromadná doprava

MMR – Ministerstvo pro místní rozvoj

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

MŠMT – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

MZe – Ministerstvo zemědělství

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

NASA – Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
OECD – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN – Organizace spojených národů
OZE – obnovitelné zdroje energie
PM – suspendované (tuhé) částice
SFŽP – Státní fond životního prostředí České republiky
SPŽP – Státní politika životního prostředí České republiky
TU – Technická univerzita
TZL – tuhé znečišťující látky
ÚSBE – Ústav systémové biologie a ekologie
VaV – věda a výzkum
VE – vodní elektrárna
VŠB-TU – Vysoká škola báňská – Technická univerzita
VŠCHT – Vysoká škola chemicko-technologická
VtE – větrná elektrárna
VUT – Vysoké učení technické
VÚZT – Výzkumný ústav zemědělské techniky
v.v.i. – veřejná výzkumná instituce
ZČU – Západočeská univerzita
ZD – zemědělské družstvo
6. EAP – Šestý akční program Společenství pro životní prostředí

Seznam použitých zdrojů

BAŘINKA, R., aj. Diagnostické metody v procesu výroby krystalických křemíkových solárních článků. Sborník příspěvků z 3. české fotovoltaické konference, Brno, 2008. ISBN 978-80-254-3528-1.

BEDNÁŘ, J., PROCHÁZKA P. Zkušenosti po pětiletém provozu mikrosíťových bubnových filtrů na ČOV Uherské Hradiště. In *Odpadové vody 2008, sborník přednášek*. Štrbské Pleso, 2008, s. 325–332.

Biomasa [online]. [cit. 2009-03-20]. Dostupné z: <<http://www.inforse.org/europe/fae/OEZ/biomasa/biomasa.html>>.

BUFKA, A. *Obnovitelné zdroje energie v roce 2007* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. [cit. 2009-03-20]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument49291.html>.

CENIA, česká informační agentura životního prostředí. *Archiv Žádostí o vydání integrovaného povolení*.

CNG [online]. [cit. 2009-05-11]. Dostupné z: <<http://www.cngvitall.cz/projekt-cng-vitall.htm>>.

CIMROVÁ, V., aj. *Novel polymers and polymer blends for optoelectronics*. 30th Australasian Polymer Symposium, Melbourne, 30. 11.–4. 12. 2008 Intranet 1403, Abstract Book, s. 418–419. ISBN 978-0-975-6825-5-5.

Commission Staff Working Document: Report on European Technology Platforms and Joint Technology Initiatives: Fostering Public-private RD Partnerships to Boost Europe's Industrial Competitiveness. Brussels, 10. 6. 2005, SEC(2005)800.

Communication from the Commission: Report on the Implementation of Environmental Technologies Action Plan in 2004. Brussels, 27. 1. 2005, COM(2005)16final.

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Mid-term review of the Sixth Community Environment Action Programme. Brussels, 30. 4. 2007, COM(2007)225final.

Council on Competitiveness (2004), 21th Century Innovation Working Group Final Report, Innovation – The new reality for national prosperity. National Innovation Initiative, Washington DC.

ČABLÍK, V. *Characterization and applications of red mud from bauxite processing*. Mineral Resources Management, Quarterly, Volume 23 – Issue 4, IGSMiE PAN, PL 2007. s. 27–38. ISSN 0860-0953, Index 359769.

DOLEJŠ, J., aj. Ověřování biopřípravků na eliminaci emisí amoniaku a skleníkových plynů. In *Agromagazín*, 2007, roč. 8, č. 7, s. 36–41.

DUCHOSLAV, J., aj. Electrospun Nanofiber Layers for Applications in Electrochemical, Devices. In *Proceedings of Nanotech 2008*. NSTI, Boston, Massachusetts, 1-5 June, 2008.

DUCHOSLAV, J. aj. Nanofibers As A Material For Advanced Water/Air Cleaning. In *Proceedings of 5th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications*. Italy, 4–8 October, 2008.

ENVICRACK *Technologie pyrolýzy* [online]. [cit. 2009-03-23].
Dostupné z: <<http://www.envicrack.cz/web/index.php?id=spolecneprojekty&jazyk=cz>>.

European Commission, Towards Smart Power Networks, Lessons learned from European research FP5 projects, EUR 21970.

European Commission: Integrated Pollution Prevention and Control - *Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industrie* [online]. 2005 [cit. 2009-03].
Dostupné z: <<http://www.ippc.cz/obsah/viewtopic.php?t=39>>.

European Innovation Scoreboard 2008. Comparative Analysis of Innovation Performance, January 2009 [online]. [cit. 2009-05-12]. Dostupné z: <http://www.proinno-europe.eu/EIS2008/website/docs/EIS_2008_Final_report.pdf>.

FEČKO, P. *Netradiční způsoby úpravy černouhelných kalů*. 2. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2001. 149 s. ISBN 80-248-0073-X.

FEČKO, P., et al. *Environmentální biotechnologie*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2004. 180 s. ISBN 80-248-0700-9.

FEČKO, P., et al. *Popílky*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003. 187 s. ISBN 80-248-0327-5.

Fotovoltaika [online]. [cit. 2009-02-17]. Dostupné z: <<http://www.eru.cz>>.

GORIS, L., aj. Observation of the subgap optical absorption in polymer-fullerene blend solar cells. *Applied Physics Letters* 88, 2006, 052113-1-052113-3.

HÁJEK, P. *Ekologické autobusy pro hlavní město Prahu*: tisková zpráva [online]. 2009 [cit. 2009-02-19]. Dostupné z: <<http://www.sor.cz/site/news-cz?nid=11>>.

HANIKA, J., NOVÁK, L. Procesní inženýrství – účinný nástroj pro nové technologie. In *Sborník přednášek z konference Aprochem 2007*. Milovy – Sněžné n. M., 2007. 1. díl, sv.1.

HAVLÍČEK, Z., aj. *Ověřování technologie rozměňování v chovech drůbeže s ohledem na environmentální indikátory*, 31. 8. 2007. Brno: MZLU, 2007, s. 11–23.

Hazardous Substances Data Bank, TOXNET, cited 2008, April 30th.
Dostupné z: <http://www.toxnet.nlm.nih.gov/>.

HLAVATÁ, M. *Odpadové hospodářství*. 2. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. 174 s. ISBN 978-80-248-07370-9.

HLAVATÁ, M. Refuse from hard coal mining and its utilization in the Ostrava-Karviná District. In *Environmental protection in industrial agglomerations* (Bialecka, B., Grabowski, J. Ed.). Katowice: Central Mining Institute, 2007. s. 27–39. ISBN 978-83-61126-00-3.

HORÁK, P. *Mechanismy biodegradací kontaminantů a biosanační techniky*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP Ústí nad Labem, 2006. 201 s. ISBN 80-7044-814-8.

Chemické listy č. 1 (leden 2005). Praha: Česká společnost chemická, 2005. ISSN 0009-2770.

Integra Consulting Services s.r.o. Pilotní průzkum potenciálu a bariér rozvoje eko-inovaci u malých a středních podniků v ČR (Závěrečná zpráva projektu). Praha, říjen 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Energy Technology Essentials, December 2006, CO₂ Capture and Storage, consolidated information on CCS from the IEA network.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, Energy Technology Perspectives, Scenarios and Strategies to 2050, 2008, s. 251–279, 307–400.

INFORMAČNÍ SERVER provozovaný MPO ve spolupráci s MŽP, MZe, CENIA a ČIŽP, www.ipcc.cz, Integrovaná prevence a omezování znečištění, Dokumenty BREF, Velká spalovací zařízení.

Jaderná energetika [online]. [cit. 2009-05-11]. Dostupné z: <http://www.rozhlas.cz/radiozurnal/publicistika/_zprava/538582>.

Jaderná energetika [online]. [cit. 2009-04-16]. Dostupné z: <<http://www.blisty.cz/art/19680.html>>.

JELÍNEK, A. *Omezení emisí amoniaku a methanu procesem rychlokompostování* [online]. 2002-12-03 [cit. 2009-02-14]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/omezeni-emisi-amoniaku-a-metanu-procesem-rychlokompostovani>>. ISSN 1801-2655.

JELÍNEK, A., aj. *Composting as possibility of toxic gases emissions reduction, mainly ammonia, generated during manure storage*. Research in Agricultural Engineering. Prague, 2001. vol. 3, s. 82–91. ISSN 1212-9151.

JELÍNEK, A., aj. *Využití kejdy jako plastického steliva v chovech skotu* [online]. [cit. 2009-02-13] Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/doc/clanky/ziv_vyr/VUZT11kejda.pdf?menuid=162>.

JELÍNEK, A., KOLLÁROVÁ, M. Monitorování průběhu kompostovacího procesu. In *Zemědělská technika a biomasa*. Sborník přednášek, 23. 11. 2004. Praha: VÚZT, 2004. s. 41–45. ISBN 80-86884-00-7.

KABEŠ, K. Vodíkové hospodářství – nový základ energetické politiky EU. In *Časopis ELEKTRO* 2005, č. 3.

KAJAN, M. *Bioplyn z odpadů živočišné výroby* [online]. 2005-08-23 [cit. 2009-03-10]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplyn-z-odpadu-zivocisne-vyroby>. ISSN 1801-2655.

KALINA, M. *Kompostování a péče o půdu*. Praha, 2004. s. 57. ISBN 80-247-0907-4.

KRIŠTOFOVÁ, D., ČABLÍK, V., FEČKO, P., et al. Chování olovářského kamínku při biologickém loužení. *Hutnické listy*, 2001, vol. LVI, č. 6–7, s. 95–98. ISSN 0018-8069.

KOVOHUTĚ PŘÍBRAM: *Leták Kovohutě Příbram* [online]. [cit. 2009-03]. Dostupné z: <http://www.kovopb.cz/cz/pdf/letakkocz.pdf>.

KUŠNIEROVÁ, M., FEČKO, P. *Minerální biotechnologie I. v těžbě a úpravě sulfidických ložisk*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2001. 143 s. ISBN 80-248-0023-3.

LEPINE, V. (ed.) Existing and New Road Pavement Materials. In *Deliverable D1 – Report*, Intelligent Energy Europe Programme, Project “Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and Utilisation”, Project No. EIE/06/039/SI2.448265. Saunier and Associates, 2007.

LUPTÁKOVÁ, A., KUŠNIEROVÁ, M. *Minerální biotechnologie II. sulfuretum v přírodě a v průmyslu*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2002. 152 s. ISBN 80-248-0114-0.

MARADA, P., HAVLÍČEK, Z. Vysokotlaká rozmlžovací technologie jako nejlepší dostupná technika pro kategorie č. 6.5. a 6.6. dle přílohy č. 1 zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, v platném znění. In *EIA IPPC SEA*, 2007, roč. XII, č. 1, s. 26–31.

MAREK, J., aj. Functionalized and Doped Nanofiber Filtration Media with Ion Exchange and Antimicrobial Properties. In *Proceedings of WFC10 - World Filtration Congress, Leipzig*, April 14–18, 2008.

Ministerstvo životního prostředí ČR. *Agenda 21*. Praha, 1998. ISBN 80-7212-039-5.

Ministerstvo životního prostředí Praha 2004. *Státní politika životního prostředí České republiky 2004 – 2010* [online]. [cit. 2009-02-12], Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/etap/ecoinnovation/index_en.htm. ISBN 80-7212-283-5.

NEDBAL, L., aj. A photobioreactor system for precision cultivation of photoautotrophic microorganisms and for high-content analysis of suspension dynamics. 2008. *Biotechnology and Bioengineering* 100: 902-910.

NOVÁK L., WANNER J., KOS M. Uplatnění metody bioaugmentace nitrifikace při intenzifikaci biologických čistíren odpadních vod. *Vodní hospodářství - část Čistírenské listy*, 2004.

Novinky z veletrhu Space – Pro nižší emise plynů. *Náš chov*, 2007, roč. 67, č. 10, s. 7.

OECD (2007) Innovation and Growth: Rationale for an Innovation Strategy, OECD Paris
Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: Stimulating
Technologies for Sustainable Development: An Environmental Technologies Action Plan for the
European Union. Brussels, 28. 1. 2004, COM(2004)38final.

PAČES, V. a kol. *Nezávislá odborná komise pro posouzení energetických potřeb České republiky
v dlouhodobém časovém horizontu*. 2008 [cit. 2009-04-17]. Dostupné z: <[http://www.vlada.cz/
assets/ppov/nezavisla-energeticka-komise/aktuality/Pracovni-verze-k-oponenture.pdf](http://www.vlada.cz/assets/ppov/nezavisla-energeticka-komise/aktuality/Pracovni-verze-k-oponenture.pdf)>.

PETRÍK, S., MALÝ, M., RUBÁČEK, L. Design and Parameters of Cellulose Filter Media with Polymer
Nanofiber Layer. In *Proceedings of Nanotech 2008*, NSTI, Boston, Massachusetts, June 1–5,
2008.

PLACHÁ D. aj. Preparation of organovermiculites using HDTMA: Structure and sorptive properties
using naphthalene. In *Journal of Colloid and Interface Science* 327, 341-347.

PLACHÁ, D., SIMHA MARTYNKOVÁ, G., RÜMMELI, M. Variations in the sorptive properties of
organovermiculites modified with HDTMA and HDP cations. *Journal of Scientific Conference
Proceedings*, 2009. V tisku.

POCEDIČ, J., HASAL, P., NOVOTNÝ, Č. Decolorization of organic dyes by *Irpex lacteus* in
a laboratory trickle-bed biofilter using various mycelium supports. *Journal of Chemical
Technology and Biotechnology*. Dostupné z: [www:<http://dx.doi.org/10.1002/jctb.2115>](http://dx.doi.org/10.1002/jctb.2115).

PORUBA, A., aj. Advanced optical characterization of disordered semiconductors by Fourier
transform photocurrent spectroscopy. *J. Non-Cryst. Solids* 354, 2008, s. 2421–2425.

Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č.1600/2002/ES ze dne 22. července 2002 o šestém
akčním programu Společenství pro životní prostředí.

RYTINA, L. Skladování kejdy ve vacích. *Náš chov*, 2009, roč. 69, č. 2, s. 66–67.

SAFINA, a.s. [online]. [cit. 2009-04-08]. Dostupné z: <[http://www.safina.cz/Download/Profil_
PlasmaEnvir_rozlozeny.pdf](http://www.safina.cz/Download/Profil_PlasmaEnvir_rozlozeny.pdf)>.

Schéma bioplynové stanice [online]. [cit. 2009-03-17] Dostupné z: <[http://www.viarustica.cz/
data/soubory/e-learningovy-system/modul-c-4/schema-bioplynove-stanice.jpg](http://www.viarustica.cz/data/soubory/e-learningovy-system/modul-c-4/schema-bioplynove-stanice.jpg)>.

SCHÖNBAUEROVÁ, L., KUČERA, J., JUN, M. Lodní ČOV – netradiční metodika zkoušení účinnosti
čištění. In *Sborník z 9. mezinárodní konference odpadní vody Plzeň 2009* (Růžičková, Y., Wanner,
J.), s. 5.

SMOKERS, R., et al. Review and analysis of the reduction potential and costs of technological
and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars. In *Final Project Report*, Project
No. 033.10715/01.01. TNO, 2006.

Srovnávací tabulka evropských inovací [online]. [cit. 2009-05-10]. Dostupné z: <<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/112&format=HTML&aged=0&language=CS&guiLanguage=en>>.

Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost. *Výroba epichlorhydrinu* [online]. [cit. 2009-04-17]. Dostupné z: <<http://www.spolchemie.cz/an/index.aspx?id=5>>.

Spotřeba plyných paliv a elektrické energie podle odvětví OKEČ [online]. Poslední úpravy 2009-04-07 [cit. 2009-04-07]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/prumysl_energetika>.

ŠIKL, P. *Prodeje luxusních aut rostou* [online]. 2007, [cit. 2009-02-05]. Dostupné z: <http://auto2.lidovky.cz/clanek_lidovky.php?id_clanek=2941>.

TRANSFORM a.s. Lázně Bohdaneč [online]. 2009 [cit. 2009-03]. Dostupné z: <<http://www.recyklace.cz/cs/o-firme/>>.

Trigenerace [online]. [cit. 2009-03-07]. Dostupné z: <<http://kogenerace.tedom.cz/magazin-04-1-co-to-je-trigenerace.html>>. Dostupné z: <<http://212.71.135.254/vuzt/zp/pripravky.html>>.

URBAN, O., aj. Ecophysiological controls over the net ecosystem exchange of mountain spruce stand. Comparison of the response in direct versus diffuse solar radiation. 2007. *Global Change Biology* 13: 157-168.

VÁŇA, J. *Zemědělské odpady* [online]. 2002-01-24 [cit. 2009-03-10]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zemedelske-odpady>>. ISSN 1801-2655.

VÚZT. *Seznam ověřených biotechnologických přípravků pro snížení emisí amoniaku* [online]. [cit. 2009-02-14]. Dostupné z: <<http://www.vuzt.cz/>>.

WALTER, M. *Hybridní technologie od firmy Bosch – Kombinace pohodlné jízdy a ohleduplnosti k životnímu prostředí* [online]. 2005 [cit. 2009-02-20]. Dostupné z: <http://www.bosch.cz/press/detail.asp?f_id=424>.

ZAPLETAL, M., CHROUST, P. Ozone Deposition to a Coniferous and Deciduous Forest in the Czech Republic. In *Water Air Soil Pollut: Focus*, 2007.

Závěry z diskuse o politice ve věci energií, surovin a klimatických změn - AdWG pro energii, suroviny a logistiku [online]. Poslední úpravy 2008-03-10 [cit. 2009-04-07]. Dostupné z: <<http://www.schp.com>>.

ŽÍŽALA P., ŽABKOVÁ I. Vyhodnocení ČOV s biologickým dočišťovacím rybníkem a s bubnovými filtry. Nové metody a postupy při provozování ČOV XII. In *Seznam přednášek*, Moravská Třebová 2008, s. 50–68.