

CIRKULÁRNÍ DESIGN BUDOV: strategie a nástroje

Autoři:

Jan Pešta,
Barbora Vlasatá,
Nika Trubina,
Tereza Pavlů



Prosinec 2023

CirCon4Climate

Tato publikace vznikla jako jedna z aktivit projektu CirCon4Climate. Tento projekt je součástí Evropské iniciativy pro klima (EUKI) německého Spolkového ministerstva hospodářství a ochrany klimatu (BMWK).

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



European
Climate Initiative
EUKI

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Název:	Cirkulární design budov: strategie a nástroje
Podtitul:	
Verze:	3.0
Datum:	8. prosince 2023
Authors:	Jan Pešta, Barbora Vlasatá, Nika Trubina, Tereza Pavlů
Contact Person:	Jan Pešta jan.pesta@cvut.cz
Institution:	České vysoké učení technické v Praze - Univerzitní centrum energeticky efektivních budov Třinecká 1024 273 43 Buštěhrad Česká republika www.uceeb.cz

Obsah

Stručné shrnutí	5
1. Zásady navrhování cirkulárních budov	6
1.1. Cirkulární ekonomika jako příležitost	6
1.2. Rámec 10R	6
2. Strategie pro cirkulární stavby	8
2.1. Design pro demontáž	8
2.2. Design pro přizpůsobivost a flexibilitu	9
2.3. Design pro trvanlivost	10
2.4. Design pro opakované použití	10
2.5. Design pro modularitu	11
2.6. Design pro údržbu	11
2.7. Design pro spolehlivost	11
2.8. Design s monomateriály	11
2.9. Design s recyklovanými materiály	12
2.10. Design se zaměřením na důvěru	12
2.11. Design s cirkulárními obchodními modely	12
2.12. Budovy jako materiálové banky	12
2.13. Digitalizace jako cirkulární strategie	13
2.14. Selektivní demolice	14
3. Checklist pro počáteční fázi návrhu	15
4. Nástroje pro hodnocení cirkularity projektu	15
4.1. Certifikace výrobků	15
4.1.1. Uhlíková stopa výrobků	16
4.2. Certifikační systémy	17
4.2.1. Od kolébky ke kolébce	17
4.2.2. Level(s)	17
4.2.3. LEED	18
4.2.4. BREEAM	18
4.2.5. SBToolCZ	19
4.3. Nástroje pro hodnocení oběhového hospodářství	19
4.3.1. Katalog recyklovaných materiálů	19
4.3.2. OneClick LCA	19
4.3.3. Madaster	19
4.3.4. CTI Tool	19
4.4. BIM	20
4.5. Pasporty materiálů a staveb	20

5.	Případové studie	22
5.1.	Česká republika	22
5.1.1.	Přístavba budovy základní školy v Petrovicích, Česká republika	22
5.1.2.	Galerie nábytku, Brno, Česká republika	22
5.1.3.	Kancelářská budova Mercury jako příklad (re)molice, Praha, Česká republika	23
5.2.	Německo	23
5.2.1.	Dům CRCLR v Berlíně-Neuköllnu, Německo	23
5.2.2.	Nová budova Spolkové agentury pro životní prostředí (UBA) v Dessau, Německo	24
5.2.3.	Sportovní dům v Kolkwitz, Německo	24
5.2.4.	Kancelářská budova Oberen Waldplätze 12 (OWP12)), Stuttgart, Německo	25
5.2.5.	Recyclinghaus v Kronsbergu, Německo	25
5.3.	Slovinsko	26
5.3.1.	Zkušební centrum Knauf Insulation (KIEXC) ve Škofja loka, Slovinsko	26
5.3.2.	Výzkumný ústav InnoRenew CoE, Slovinsko	26
5.3.3.	Výrobní sklad Saxonia Franke, Žirovnica, Slovinsko	27
5.3.4.	Kavárna Lolita Eipprova, Lublaň, Slovinsko	27
5.4.	Polsko	27
5.4.1.	Nový Rynek D kancelářský komplex, Poznaň, Polsko	27
5.4.2.	Budova Skysawa, Varšava, Polsko	27
5.4.3.	Dočasný pavilon Muzea moderního umění ve Varšavě	28
5.4.4.	Solace House, Polsko	28
5.4.5.	Kancelářská budova Wave v Gdaňsku, Polsko (strategie: omezení vstupů a jejich externalit)	29
6.	Bibliografie	30
	Seznam obrázků	33
	Příloha	34

Stručné shrnutí

Pro urychlení a zefektivnění přechodu na oběhové hospodářství je nezbytné mít přehled o různých strategiích, principech a možných nástrojích, jejichž implementace může přinést úspěšná řešení pro stavebnictví.

Tato publikace poskytuje přehled principů navrhování budov v souladu s cirkulárními principy optikou 10R, včetně navrhování pro demontáž, reverzibilitu, adaptabilitu, rekonfiguraci a prostorovou transformovatelnost, a také přehled možných nástrojů pro zpětnou vazbu o cirkularitě projektu. Využitím těchto principů při navrhování budov lze budovy snadno rozebrat, opravit nebo přizpůsobit novému využití, což snižuje potřebu nových materiálů a minimalizuje vznik stavebního a demoličního odpadu.

Tato příručka je určena především stavebním odborníkům a zainteresovaným stranám, které se snaží do svých projektů začlenit cirkulární design, udržitelnost a odpovědnost k životnímu prostředí. Díky této příručce získáte přístup k množství informací o strategiích a zásadách cirkulárního designu. Příručka je cenný zdroj informací pro stavební společnosti, architekty a projektanty, investory a developery. Díky praktickým radám v checklistu pro různé fáze výstavby vám tato příručka pomůže začlenit nové techniky navrhování do vaší práce, snížit množství odpadu, spotřebu vody a energie. Spolu s dalšími příručkami zveřejněnými v rámci projektu CirCon4Climate, jako je například Příručka cirkulárních a nízkouhlíkových stavebních materiálů, vám bude oporou při navrhování a optimalizaci projektu.

1. Zásady navrhování cirkulárních budov

1.1. Cirkulární ekonomika jako příležitost

Stavebnictví, které se neustále přizpůsobuje novým trendům udržitelného rozvoje, hraje zásadní roli v globální spotřebě zdrojů a dopadu na životní prostředí. V této souvislosti se objevil koncept oběhového hospodářství (neboli cirkulární ekonomiky) jako přístup k řešení problémů spojených s tradičními lineárními modely výroby a spotřeby zdrojů. S tím, jak roste počet projektů považovaných za oběhové, se principy a jejich formulace stále vyvíjejí. Existuje více než sto různých definic oběhového hospodářství, ale v rámci tohoto projektu uznáváme oběhové hospodářství jako ekonomický model, který prostřednictvím uzavírání ekonomických smyček usiluje o:

- optimalizaci využívání zdrojů v rámci planetárních hranic;
- maximalizaci a udržení hodnoty aktiv v ekonomice;
- a minimalizaci odpadu.

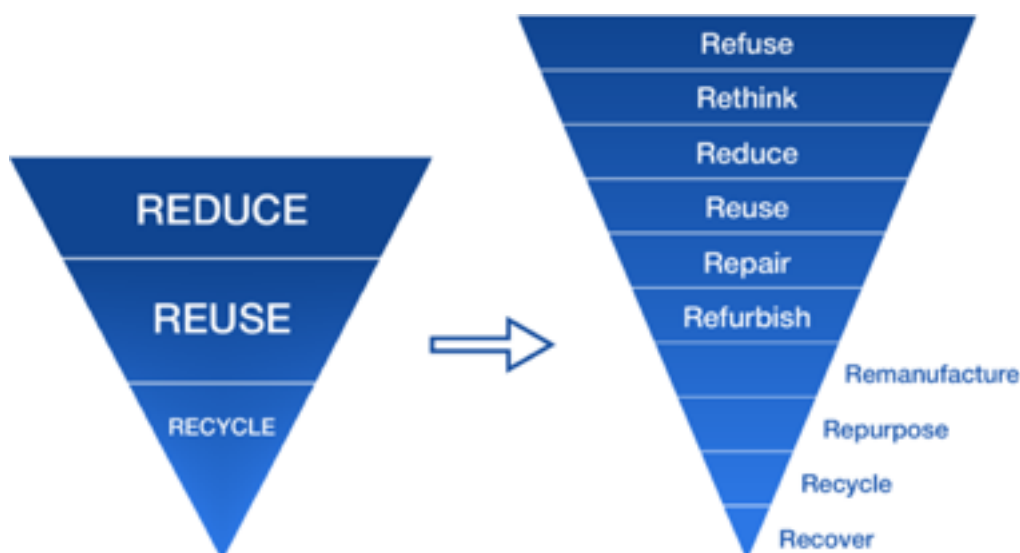
Oběhové hospodářství vnímá hodnotu jako celek a zohledňuje environmentální, sociální a ekonomické přínosy a náklady v celém životním cyklu výrobku nebo služby.

Ve stavebnictví se tak děje uzavíráním ekonomických smyček a následnou optimalizací využívání zdrojů, maximalizací zachování hodnoty a omezením vzniku odpadu. K dosažení těchto obecných cílů je možné identifikovat několik přístupů. V této příručce jsou nazývány strategiemi, ale zahrnuje i opatření, která umožňují zachování hodnoty. Uplatňování těchto strategií otevírá možnost nabízet stejné ekonomické služby s menším dopadem na životní prostředí, ve kterém žijeme.

1.2. Rámec 10R

Oběhové hospodářství je často ztotožňováno s recyklací, což je pravda jen částečně. Přesněji řečeno, tento koncept je hlubší a postupem času se plynule transformoval z Recyklace na známý přístup 3R a následně na rámec 10R (Obrázek 1). Tento koncept zahrnuje hierarchii popsanou pomocí způsobů nakládání s odpadem jako je opětovné využití (Recover), snížení (Reduce), znovupoužití (Reuse), recyklace (Recycle), změna účelu (Repurpose), reparační (Remanufacture), renovace (Refurbish), oprava (Repair), přehodnocení (Rethink).

Obrázek 1: Transformace konceptu 3Rs na 10Rs



Více informací o těchto strategiích naleznete v této příručce zde: **(2. Strategie pro cirkulární stavby a 1.2. Rámec 10R).**

Vedle již zmíněných strategií navrhování je nezbytné zohlednit rámec 10R na úrovni budovy. V rámci těchto deseti základních principů na Obrázku 1 lze volně vybrat konkrétní zásady, kterými se bude řídit nová výstavba, nebo je aplikovat na stávající budovy a přizpůsobit přístup jedinečným požadavkům každého projektu.

Například lze: **Odmítnout:** První zásada nás nabádá, abychom zpochybnili nutnost nové výstavby nebo zcela zbytečných komponentů. Vyhodnocením, zda je nová stavba nezbytná, minimalizujeme spotřebu zdrojů.

Přehodnocení: Přijetí této zásady nás vybízí k přehodnocení tradičních stavebních přístupů. Přehodnocením našich metod můžeme identifikovat příležitosti pro udržitelnější stavební postupy.

Opětovné použití nebo změna účelu: Základním aspektem oběhového hospodářství je stavět na stávajících materiálech a konstrukcích. Opětovným využitím struktur a změnou účelu stávajících budov prodloužujeme životnost zdrojů a snižujeme množství odpadu, omezujeme používání primárních a neobnovitelných materiálů v nových stavbách. Opětovné využití budov nebo jejich konstrukce pro alternativní účely vdechuje nový život zdrojům, které by jinak přišly nazmar. Tato zásada podporuje kreativitu při hledání nových způsobů využití těchto prvků.

Renovace, repasování: Princip “Renovace” klade důraz na revitalizaci stavebních prvků a systémů. Zahrnuje modernizaci stávajících prvků s cílem zvýšit jejich výkon a prodloužit jejich životnost. Repasování je komplexní proces, který obnovuje původní vzhled budovy s použitím nových, opravených nebo znovu použitých dílů, které nahrazují zastaralé komponenty. Repasování je nákladnější proces, protože je přísnější a splňuje vyšší standardy než renovace.

Prodloužení životnosti výrobků podporuje strategie oběhového hospodářství, jako je recyklace, oprava, renovace, opětovná výroba a opětovné použití, což vede ke snížení spotřeby zdrojů a dopadu na životní prostředí a je považováno za vyšší úroveň oběhového hospodářství [1], [2].

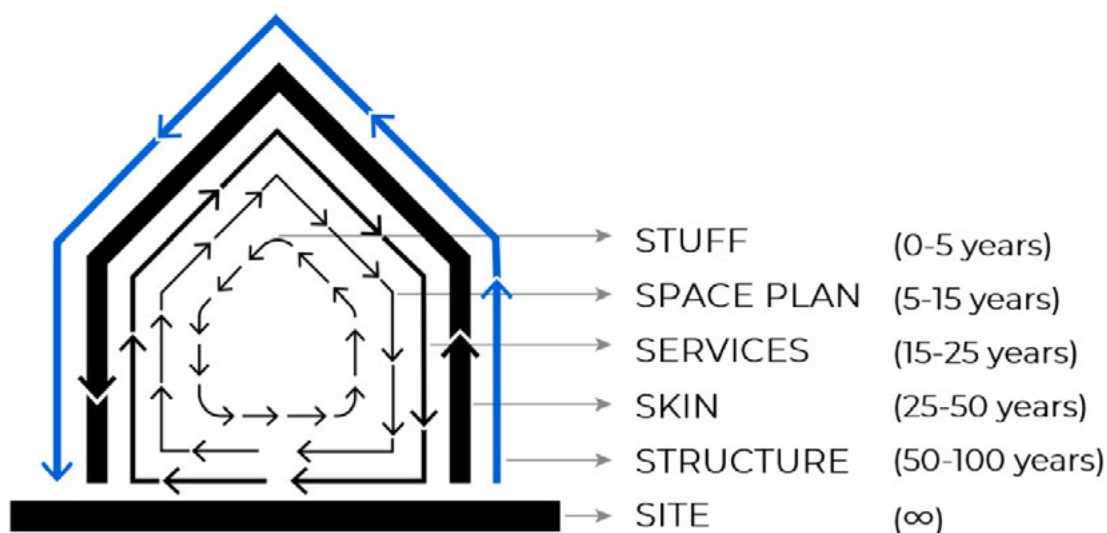
2. Strategie pro cirkulární stavby

2.1. Design pro demontáž

Design pro demontáž (z angl. Design for Disassembly) na sestavy a systémy v zastavěném prostředí zahrnuje způsoby nakládání s nimi na konci životního cyklu budovy. Budovy by měly být navrženy tak, aby umožňovaly demontáž na konci životnosti nebo při rekonstrukci s možností opětovného využití jejich součástí pro jiné účely a případně i pro použití v jiných budovách. Měly by být zohledněny následující zásady:

- Každá složka musí být nezávislá na ostatních.
- Upřednostněte přístup „budování ve vrstvách“. Podle Brandova konceptu „střížných vrstev“ jsou budovy vnímány jako složené z odlišných vrstev, které se mohou měnit nezávisle na sobě [3]. Tento koncept lze graficky znázornit následovně:

Obrázek 2: Brandovy střížné vrstvy změn. Převzato z: [3].



To znamená, že se tyto vrstvy mohou transformovat svým vlastním tempem, aniž by se navzájem ovlivňovaly. Například konstrukční celistvost budovy obvykle vydrží přibližně 50 let, zatímco některé služby vyžadují výměnu každých 10 až 20 let. V důsledku toho musí být komponenty, jako jsou systémy vytápění, větrání a klimatizace, snadno přístupné pro rychlou výměnu nebo opravu. Suché spoje využívající principy prefabrikace a modularity umožňují snadnou montáž nebo demontáž konstrukcí.

- Upřednostněte standardizované rozměry prvků budovy – výška, vzdálenost mezi nosnými stěnami, rozpětí atd.
- Při navrhování by měla být zohledněna jednoduchost, např. je třeba pomoci návrhu omezit povrchové úpravy nebo dokončovací práce, které by byly spojeny s nastěhováním nových nájemců.
- Využívejte obchodní modely, které podporují opětovné použití a zásady oběhového hospodářství.

Upřednostněním těchto zásad demontáže se minimalizují emise uhlíku, snižuje se těžba materiálu v čase, usnadňuje se opětovné použití stavebních prvků v budoucnu a snižují se náklady během celého životního cyklu budovy.

Na druhou stranu při realizaci této konstrukční strategie může být zapotřebí více materiálů v důsledku použití různých přístupů ke stavbě konstrukce nebo jiného způsobu spojení mezi komponenty, což může mít za následek vyšší počáteční investice a větší dopad na životní prostředí [4]. Tento přístup se však snaží optimalizovat životní cyklus budovy, což přinese dlouhodobé výhody, jako je snížení množství odpadu a celkový dopad na životní prostředí, který převyší počáteční náklady. ***(Více informací o nízkouhlíkových strategiích/materiálech naleznete v pokynech „Výběr oběhových a nízkouhlíkových stavebních materiálů“.)***

2.2. Design pro přizpůsobivost a flexibilitu

Flexibilní konstrukce umožňuje, aby se budova v průběhu času přizpůsobovala a vyhovovala měnícím se potřebám uživatelů. Schopnost upravovat a měnit konstrukční prvky zajišťuje, že budova zůstane funkční i při změně provozních požadavků, a zabraňuje tak jejímu zastarání nebo ztrátě významu. Tato strategie může zahrnovat následující zásady:

- Navrhujte multifunkční prostory s využitím aktivní flexibilních prvků, například pomocí pohyblivých příček.
- Použijte modulární konstrukci a rozdělte budovu na modulární komponenty, které lze podle potřeby snadno přeskládat nebo vyměnit, což umožňuje flexibilní prostorové konfigurace.
- Zaměřte se na prostornost nebo rozšiřitelnost - např. velké výšky od podlahy ke stropu a kvalitní kancelářské prostory. To může zahrnovat přehodnocení základních parametrů projektu, např. cirkulární budovu lze snadno zvětšit nebo zmenšit přidáním nebo odebráním výklenku nebo přístavby.
- Navrhněte přístupnou infrastrukturu tak, aby zahrnovala jednoduše obslužné trasy a flexibilní přípojky inženýrských sítí, které usnadní budoucí úpravy nebo modernizaci.
- Zaveďte zásady údržby, oprav a aktivní flexibility při využívání prostor a systémů, které účinně využívají zdroje.
- Zohlednění reversibility - vratné konstrukce svým designem eliminují odpad díky použití dílů, které lze jednoduše přidávat a odebírat, aniž by došlo k poškození budovy nebo jejích výrobků, součástí či materiálů.

Adaptivní design snižuje množství odpadu, šetří zdroje a zmírňuje dopady na životní prostředí spojené s novými materiály a budovami. Uplatňování zásad flexibility ale může vést k dodatečným nákladům ve fázi návrhu. Například může být nutné použít další materiály a také dodatečné konzultace, aby se flexibilita přizpůsobila. Z tohoto důvodu je nezbytné zapojit architekty a projektanty již ve fázi koncepce a návrhu, aby bylo možné vyvinout efektivní řešení, které splní vaše cíle v mezích daných rozpočtem. Z dlouhodobého hlediska to přispívá k nižším provozním nákladům a nižší celkové uhlíkové stopě po dobu životnosti budovy, protože to snižuje potřebu rozsáhlých rekonstrukcí souvisejících se změnou výstavby nových prostor, protože se budou moci přizpůsobit novým potřebám. ***(Ukázkou použití této strategie v praxi může být následující příklad - odkaz na případovou studii 5.1.1. Přístavba budovy základní školy v Petroviciích, Česká republika a 5.1.2. Galerie nábytku, Brno, Česká republika.)***

2.3. Design pro trvanlivost

Design pro trvanlivost v kontextu zastavěného prostředí znamená udržitelnost navrhování budov a stavebních prvků, které jsou konstruovány tak, aby vydržely a obstály ve zkoušce času. Zde uvedené zásady se vztahují na všechny fáze životního cyklu budovy, neboť minimalizují opravy již od prvních fází návrhu po celou dobu životnosti budovy.

- Použijte odolné materiály, upřednostňujte materiály s dlouhou životností a používejte spolehlivé konstrukční metody a materiály.
- Zvažte odolnost použitých prvků – například odolnost materiálů vůči povětrnostním podmínkám, kde střecha a plášť budovy by měly být navrženy tak, aby odolaly větru, dešti a výkyvům teplot, s vyloučením možné koroze a poškození.
- Vytvořte vhodná doporučení pro údržbu - od počáteční fáze návrhu vypracujte vhodnou a nekomplikovanou strategii údržby. Ta by měla zahrnovat i monitorovací stavu.

Výhody a výzvy

Upřednostňováním trvanlivosti při navrhování a stavbě budov mohou uživatelé budov snížit potřebu častých oprav, výměn a renovací, což může přispět ke snížení množství odpadu a úspoře zdrojů. Kromě toho lze odolné budovy a stavební komponenty po skončení jejich životnosti snadno znovu použít, znovu využít nebo recyklovat, což dále podporuje cirkulární ekonomiku ve stavebnictví.

Trvanlivost může také pomoci zlepšit celkovou kvalitu vystavěného prostředí tím, že zajistí, aby budovy byly bezpečné, funkční a pohodlné pro obyvatele nebo nájemce. Odolné budovy a stavební prvky mohou odolat extrémním povětrnostním podmínkám, přírodním katastrofám a dalším nebezpečím, což může pomoci chránit obyvatele a zabránit poškození zastavěného prostředí.

Stejně jako u předchozích typů konstrukce je třeba vzít v úvahu, že tato konstrukční strategie může vyžadovat více materiálů nebo může být spojena s vyššími náklady kvůli lepším vlastnostem, což má za následek odpovídající zvýšení počáteční investice a často i větší dopad na životní prostředí v počáteční fázi. Tento přístup se však zaměřuje na dlouhodobé přínosy a na optimalizaci a prodloužení životního cyklu budovy nebo jejích jednotlivých prvků, což v budoucnu převáží počáteční náklady a sníží náklady v provozní fázi. ***(Více informací o nízkouhlíkových strategiích/materiálech naleznete v pokynu „Výběr oběhových a nízkouhlíkových stavebních materiálů“.)***

2.4. Design pro opakované použití

Design pro opakované použití. Tato strategie se zaměřuje především na opětovné použití. Příkladem může být navržení budovy, konkrétně jejích jednotlivých komponent, tak, aby je bylo možné znovu použít - pokud je z nějakého důvodu nutné budovu přemístit, přestavět na jiném místě nebo z některých jejích stávajících komponent postavit zcela jinou budovu. Nebo lze při výstavbě nové budovy zvážit opětovné využití dříve zastavěného pozemku či brownfieldů.

Ukázkou použití této strategie v praxi může být následující příklad - odkaz na případovou studii: 5.1.3. Kancelářská budova Mercury jako příklad (re)molice, Praha, Česká republika.

2.5. Design pro modularitu

Dalším principem, který úzce souvisí s principem opětovného použití, je **modulární navrhování**, při němž je systém rozdělen na menší části zvané moduly (od prefabrikovaných konstrukčních prvků až po jednotlivé buňky - místnosti bytu), které lze samostatně vytvářet, upravovat nebo snadno vyměňovat za jiné moduly nebo mezi různými systémy.

Ukázkou použití této strategie v praxi může být následující příklad - odkaz na případovou studii: 5.1.1. Přístavba budovy základní školy v Petrovicích, Česká republika.

2.6. Design pro údržbu

Zásady jako **Design for Maintenance (návrh pro údržbu)**, **Design for Repairability (návrh pro opravitelnost)**, **Design for Upgradability (návrh pro modernizaci)** a **Design for Refurbishment (návrh pro rekonstrukci)** mají jeden účel - prodloužit životnost budovy nebo jejích součástí a snížit potřebu výměny nebo demontáže. Jinými slovy, cílem je, aby prvky bylo možné snadno modernizovat nebo přizpůsobit měnícím se potřebám či technologiím prostřednictvím správně prováděné údržby. Například při konstrukci fasády budovy lze využít stěnové panely se snadno vyměnitelnými částmi, které lze udržovat a opravovat bez výrazných zásahů do samotné konstrukce. Pokud dojde k poškození jedné části, lze ji vyměnit za novou nebo modernizovat, čímž se prodlouží životnost celé stěny.

Tyto strategie se často používají k zachování a úpravě budov s významnou historickou hodnotou. Takové budovy vyžadují pravidelnou údržbu a úpravy, aby si zachovaly svůj historický význam a vyhovovaly moderním potřebám.

2.7. Design pro spolehlivost

Design pro spolehlivost (z angl. Design for reliability) v kontextu oběhového hospodářství zahrnuje metody zaměřené na zajištění spolehlivosti a bezpečnosti po celou dobu životního cyklu nebo také zahrnuje zlepšení vnitřních vlastností výrobku, díky čemuž se prodlouží i životnost, např. prostřednictvím kvalitnější údržby [5]. Tato strategie se velmi podobá přístupu **Design pro trvanlivost**. V podstatě se obě koncepce zaměřují na zlepšení výkonnosti a trvanlivosti výrobku, ale návrh založený na trvanlivosti se více zaměřuje na fyzické aspekty výrobku a jeho odolnost proti opotřebení, zatímco návrh založený na spolehlivosti klade větší důraz na zajištění spolehlivého fungování výrobku bez neočekávaných poruch a závad po celou dobu jeho životního cyklu.

2.8. Design s monomateriály

Navrhování z monomateriálu v architektuře a stavebnictví zahrnuje použití jediného materiálu pro většinu prvků budovy nebo její konstrukce s cílem přehodnotit a zjednodušit návrh. Na příkladu dřevostaveb je zdůrazněno, že hlavní výhodou stavby z monomateriálu je, že ji lze snadno rozebrat a plně recyklovat jako jednodílnou konstrukci, protože nebyly použity materiály na nebiologické bázi, jako jsou lepidla, kovové spojovací prvky a izolační panely [6], [7].

2.9. Design s recyklovanými materiály

Využití recyklovaných materiálů a návrh s využitím odpadů (Design with Waste) (Více informací o recyklovaných materiálech naleznete v pokynech „Výběr oběhových a nízkouhlíkových stavebních materiálů“ a v „Informačním balíčku pro výrobce stavebních výrobků o bezpečném používání druhotných materiálů“.) významně přispívají ke snížení spotřeby primárních zdrojů tím, že znovu využívají dříve použité materiály nebo odvádějí odpad z různých odvětví - stavebnictví, průmyslu nebo obcí - k vytvoření nových inovativních stavebních materiálů. Příkladem může být využití stavebních výrobků a materiálů, jako jsou alternativy cementu nebo kameniva v betonu nebo recyklované asfaltové povrchy. Dále lze při projektování využívat materiály, jako je regenerované dřevo, recyklovaná ocel, recyklované sklo a recyklovaný plast, k vytvoření nových výrobků [7].

Ukázkou použití této strategie v praxi může být následující příklad - odkaz na případovou studii: 5.1.3. Kancelářská budova Mercury jako příklad (re)molice, Praha, Česká republika.

2.10. Design se zaměřením na důvěru

Vytváření produktů, které budou oblíbené a důvěryhodné po delší dobu, to je to, o co jde v **designu se zaměřením na přílnutí a důvěru (z angl. Design for Attachment and Trust)**. Navrhněte konstrukci tak, aby si uživatel k výrobku vytvořil vazbu a díky tomu se k výrobku choval šetrně a méně často ho vyměňoval. To je obzvláště důležité u veřejných budov s kulturními nebo společenskými hodnotami, např. operní domy, kostely apod.

2.11. Design s cirkulárními obchodními modely

Design s cirkulárními obchodními modely (z angl. Design with Circular business models) je přístup, který vybízí k přehodnocení stávajícího obchodního modelu používaného ve stavebnictví. I když často odkazujeme na design budov s ohledem na cirkulární principy, často se ve výsledku jedná o lineární business model. Budova je navržena - postavena - používána - a nakonec odstraněna. Design s oběhovými obchodními modely se snaží navrhnout alternativy, jako je pronájem stavby nebo technologie. Příkladem může být pronájem světla v budově jako služba specifikovaná pomocí osvětleného prostoru. Tento druh služby přesouvá odpovědnost za kvalitu technologie z uživatelů (vlastníka budovy) na výrobce. Ačkoli si lze představit i pronájem jiných částí budovy (např. obálky budovy), je takový přístup omezen velmi dlouhou životností konstrukce a nezaručenou existencí firmy poskytující takovou službu [1], [2].

2.12. Budovy jako materiálové banky

Důležité je opětovné využití jednotlivých stavebních prvků nebo materiálů po skončení jejich životnosti. Místo toho, aby se budovy staly odpadem, mohou fungovat jako banky cenných materiálů, takže „množství“ stavebního nebo demoličního odpadu a využívání primárních zdrojů se mohou výrazně snížit.

Tato myšlenka byla rozvíjena v projektu BAMB (Buildings As Material Banks) v rámci programu Horizont 2020 [8]. V tomto projektu byla myšlenka „Budovy jako materiálové banky“ interpretována směrem k recyklaci, tedy aby bylo zajištěno, že prvky budovy jsou recyklovatelné. V rámci tohoto projektu byl navržen pilotní projekt „Nová kancelářská budova“ (Obrazek 3) Kancelářská budova byla postavena v Essenu v blízkosti průmyslového komplexu uhelného dolu Zeche Zollverein. Koncepte vnitřních prostor umožňuje přeměnu budovy na různé způsoby využití. Budova může zůstat buď kancelářskou budovou s jiným územ-

ním uspořádáním, nebo se z ní může stát hotel. S využitím aspektů cirkulárního designu bylo v pilotní případové studii upuštěno od skládkování 4 641 tun odpadu, 91 tun odpadu nebylo spáleno a dalších 12 108 tun materiálu mohlo být recyklováno na výrobky stejné kvality [8].

Obrázek 3: Nová kancelářská budova



Zdroj: <https://www.bamb2020.eu>

Takové projekty nám ukazují, že stejné oběhové strategie mohou fungovat v různých měřítkách - nejen na úrovni budov, ale také na úrovni výrobků. Vzhledem k tomu, že všechny výše uvedené strategie jsou použitelné při navrhování budov, mohou projektanti a dodavatelé zvolit stavební výrobky, které jsou navrženy tak, aby byly oběhové a nízkouhlíkové. Například během projektování se lze zaměřit přímo na odolné materiály, což zahrnuje výběr vysoce kvalitních a trvanlivých materiálů (jako je ocel nebo beton), jejichž životní cyklus přesahuje dobu životnosti budovy, což snižuje potřebu časté výměny a minimalizuje vznik odpadu. Návrh projektu může být také posuzován komplexně, na úrovni budovy, a zahrnovat vývoj vhodných a jednoduchých strategií údržby. Strategie cirkulárního designu mají zároveň další cíl, který pozitivně ovlivňuje udržitelnost a to sice navrhovat budovy a infrastrukturu tak, aby se **minimalizovaly čisté provozní náklady**, například na energii, vodu a kvalitu ovzduší.

2.13. Digitalizace jako cirkulární strategie

Integrace digitálních technologií je silnou hnací silou oběhového hospodářství ve stavebnictví [9]. Klíčem k této transformaci je schopnost digitálních technologií poskytovat a předávat přesné informace o dostupnosti, umístění a stavu výrobků, což pomáhá zpomalovat a uzavírat materiálové smyčky, a tím podporovat obchodní modely oběhového hospodářství. Digitalizace rovněž umožňuje optimalizovat oběhové obchodní modely, snižovat množství odpadu, prodlužovat životní cykly výrobků a snižovat transakční náklady.

Digitalizace procesů v jednotlivých fázích návrhu stavby je často integrována prostřednictvím informačního modelování budov (BIM), které je nejčastěji používaným nástrojem.

Tento nástroj je podrobněji popsán v kapitole 4.3.

Další přístup ke shromažďování a uchování informací o budově, a zejména o jejích součástech, byl definován vypracováním pasportů materiálů a budov. ***Tento nástroj je popsán v kapitole 4.4.***

Využití dalších digitálních technologií, jako je umělá inteligence nebo blockchain, rovněž umožňuje inovativní způsoby, jak zvýšit sledovatelnost a transparentnost v celém životním cyklu výrobku. Chytré, propojené výrobky umožňují výrobcům průběžně sledovat, monitorovat, analyzovat a optimalizovat výkonnost výrobků shromažďováním cenných údajů o jejich používání.

Digitalizace umístění předmětů v reálném čase pomocí geografického informačního systému (GIS) zvyšuje dostupnost předmětů v reálném čase, což výrazně zlepšuje schopnost sběru, využití, recyklace a odstranění produktů s ukončenou životností. Tímto způsobem lze vytvořit materiálový katastr, který může fungovat na místní nebo regionální úrovni. Poskytuje přehled o druhu, množství a stavu materiálů používaných v dané oblasti a slouží jako podklad pro mapování dynamiky používání materiálů ve vystaveném prostředí města nebo regionu. Toho lze využít k definování cirkulárních stavebních strategií ve městech a regionech s cílem předvídat stav údržby, prodloužit životnost celé budovy i jednotlivých komponent a využít materiály pro novou výstavbu. **Více informací je možné nalézt v Příručce pro sestavení katastru stavebních materiálů.** A konečně, informace o dostupnosti výrobků usnadňují obchodování s nimi prostřednictvím digitálních platforem a tržišť, což v konečném důsledku zlepšuje možnosti využití materiálů.

2.14. Selektivní demolice

Selektivní demolice je jedním z nejdůležitějších aspektů moderních stavebních postupů, které minimalizují množství odpadu, spotřebu zdrojů a dopad na životní prostředí. Ve snaze o udržitelnost lze rozlišit několik kroků:

- Metoda dekonstrukce spočívá v pečlivém rozebrání budovy nebo stavby kus po kusu. Cílem je zachránit a znovu použít co nejvíce součástí v jiných projektech.
- Selektivní demolice odstraňuje jednotlivé části budovy a zachovává její základní strukturu. Tato metoda je cenná při přestavbě nemovitostí, zachovává stávající stavby a snižuje celkovou ekologickou stopu projektu. Materiály a výrobky odstraněné z budovy mohou podléhat národní legislativě o odpadech a zhotovitel musí mít na paměti hierarchii nakládání s odpady a další související požadavky. **Více o těchto požadavcích naleznete na Bezpečné používání druhotných stavebních materiálů - Informační balíček pro výrobce.**
- Selektivní demolice upřednostňuje odpovědnost k životnímu prostředí během celého procesu demolice. Tento přístup zahrnuje minimalizaci vzniku odpadu, recyklaci materiálů, používání netoxických stavebních materiálů a opatření k zajištění minimálního dopadu na životní prostředí. Taková demolice je v souladu s cíli udržitelného rozvoje a pomáhá chránit ekosystém.

Ukázkou použití této strategie v praxi může být následující příklad - odkaz na případovou studii: 5.1.3. Kancelářská budova Mercury jako příklad (re)molice, Praha, Česká republika.

3. Checklist pro počáteční fázi návrhu

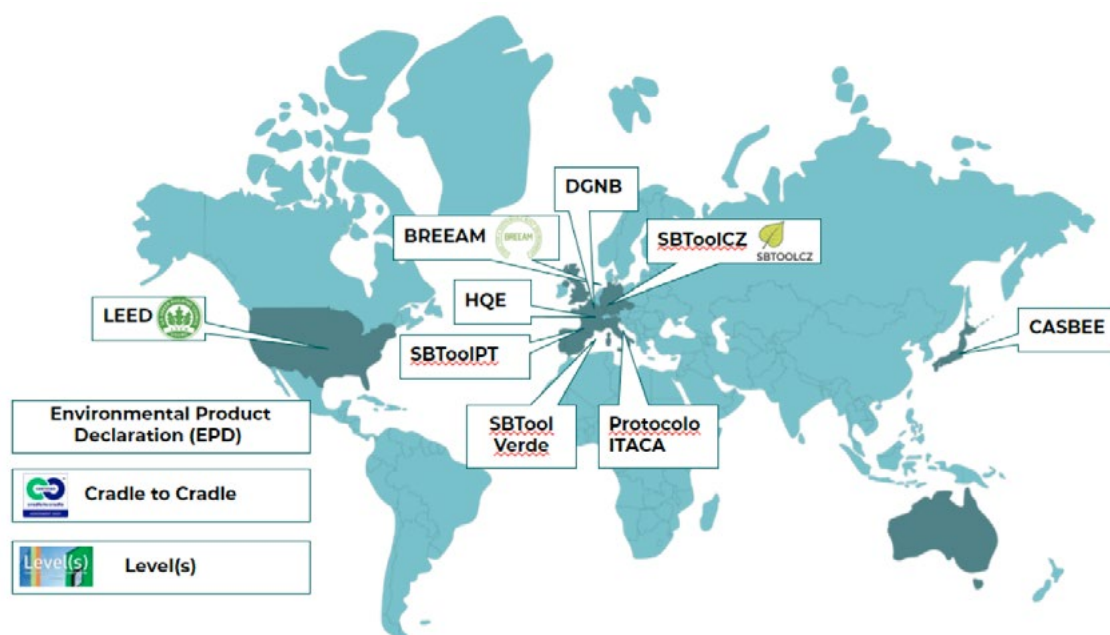
Ovlivnění stavebního projektu v raných fázích projektování může významně ovlivnit jeho úspěšnost. Tento kontrolní seznam slouží jako důležitý nástroj, který nabízí cenné vodítko stavebním firmám, projektantům, architektům a konstruktérům a dalším zúčastněným stranám. Možnosti cirkulárního designu pro jednotlivé fáze by mohly pomoci s volbou správného směru od samého počátku a s podnikáním konkrétních kroků v průběhu všech fází přípravy projektu - od fáze konceptu až po konec životního cyklu. S využitím tohoto seznamu mohou účastníci projektu začít jednat směrem k cirkulárnější, udržitelnější a ekologicky odpovědnější výstavbě.

[Objevte kontrolní seznam v příloze této příručky.](#)

4. Nástroje pro hodnocení cirkularitativy projektu

Oběhové hospodářství ve stavebnictví lze posuzovat z hlediska celé budovy, ale také z hlediska jednotlivých materiálů použitých při její výstavbě. Z tohoto důvodu se v této části zaměříme na nástroje, které certifikují obojí - výrobky i budovy. Je třeba poznamenat, že na světě existuje mnoho způsobů, jak posoudit a certifikovat cirkularitu (resp. míru oběhovitosti) budov a jejich částí. Nejběžnější z nich jsou uvedeny na Obrázku 4.

Obrázek 4: Přední certifikační systémy pro budovy a výrobky v rámci oběhového hospodářství



4.1. Certifikace výrobků

Environmentální značení je celosvětově používaný koncept založený na mezinárodních normách (řada ISO 14020), které jsou dobrovolnými informačními nástroji. Je založeno na hodnocení vlastností výrobků (produktů nebo služeb) a jejich environmentálního chování.

Jedná se o označování výrobků různými deklaracemi, v některých případech doplněnými stručnými informacemi o vlastnostech výrobku. Obecným cílem ekoznaček a prohlášení je podpořit poptávku a nabídku výrobků, které způsobují menší zátěž životního prostředí, a to sdělováním ověřitelných, přesných a nezávadějících informací o environmentálních aspektech výrobků, a tím stimulovat potenciál pro trvalé, trhem řízené zlepšování životního prostředí.

Existují tři standardizované (normativní) typy environmentálního značení a prohlášení:

Ekologické značení (typ I):

je nástroj založený na označování výrobků (a služeb), které mají nižší negativní dopady na životní prostředí než srovnatelné výrobky, tj. jsou ve fázi používání zaměnitelné. Označeny mohou být výrobky, které splňují předem stanovená environmentální kritéria v rámci definované kategorie výrobků a které jsou nezávisle ověřeny třetí stranou.

Vlastní environmentální tvrzení (typ II):

je definován jako „prohlášení, značka nebo údaj označující environmentální aspekt výrobku, součásti nebo obalu“. (např. biologicky rozložitelný, recyklovatelný atd.). Vydává jej výrobce, aniž by jej ověřovala nebo certifikovala třetí strana, ale musí být veřejně ověřitelný (tzv. ověření druhou stranou), a to na základě informací, které oznamovatel zpřístupnil.

Environmentální prohlášení o produktu (EPD) (typ III):

poskytuje informace o vlivu výrobku na životní prostředí během celého jeho životního cyklu, tj. od těžby surovin až po jejich odstranění nebo recyklaci. Vychází z metody posuzování životního cyklu (z angl. Life Cycle Assessment, dále jen LCA). **Více informací o metodě LCA naleznete v pokynech „Výběr materiálů pro kruhové a nízkouhlíkové stavby“.** Aby bylo možné vytvořit srovnatelné EPD, musí se řídit stejnými metodickými pravidly (EN 15804, [12]) a pokyny, které připravují provozovatelé programů zvaných PCR (z angl. Product category rules). Norma EN 15804 definuje základní pravidla pro tvorbu EPD pro stavební výrobky a materiály. EPD umožňuje analyzovat životní cyklus výrobků s ohledem na jejich dopady na životní prostředí a tyto analýzy transparentně a standardizovaně prezentovat. Program EPD je dobrovolný a vztahuje se na všechny stavební výrobky, jak je definováno v příloze IV evropského nařízení o stavebních výrobcích (č. 305/2011, [13]) a je otevřen všem zainteresovaným výrobcům stavebních výrobků.

Ačkoli certifikace nepochybně zvyšuje hodnotu výrobků a budov v očích spotřebitelů a zúčastněných stran, je důležité si uvědomit možná úskalí. Certifikace výrobků může přilákat odborníky a společnosti, které chtějí využít rostoucí poptávky po udržitelných řešeních. Při výběru materiálů a účasti na certifikacích je proto důležité důkladně prozkoumat informace a normy, na nichž jsou založeny, a upřednostnit certifikace, které jsou zavedené na trhu.

4.1.1. Uhlíková stopa výrobků

Uhlíková stopa výrobku (PCF) je součet emisí skleníkových plynů ve výrobním cyklu daného výrobku, vyjádřený v ekvivalentech CO₂ (CO₂e). Výpočet vychází z analýzy životního cyklu výrobku a zohledňuje jediné kritérium dopadu, kterým jsou v tomto případě celkové emise skleníkových plynů (GHG). Tyto emise vznikají a jsou odstraňovány v průběhu celého životního cyklu - od těžby surovin přes výrobu, používání a odstranění odpadu. Postup pro výpočet uhlíkové stopy výrobků je uveden v technické specifikaci PCF, která je podle normy ISO 14067:2013.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh, navíc zavádí základní požadavek 7 - udržitelné využívání přírodních zdrojů. Jeho definice je následující:

“Budova musí být navržena, postavena a odstraněna tak, aby bylo zajištěno udržitelné využívání přírodních zdrojů, a zejména:

- a. opětovné použití nebo recyklovatelnost konstrukcí, materiálů a součástí po demolici;
- b. životnost konstrukcí;
- c. používání ekologicky šetrných surovin a druhotných materiálů ve stavebnictví.” [13]

Stavební výrobky musí splňovat limity pro odpovídající kvalitu vnitřního prostředí a zároveň co nejméně zatěžovat vnější prostředí. Rovněž stavební výrobky zabudované do budovy musí respektovat požadavek na vysokou funkční kvalitu po celou dobu dlouhodobé životnosti budovy. Při návrhu a optimalizaci stavby je proto nutné zohlednit chování stavby po celou dobu její životnosti a vzít v úvahu předpokládané cykly údržby, oprav a výměny jednotlivých prvků. **Více o souvisejících požadavcích a limitech naleznete na Bezpečné používání druhotných stavebních materiálů - informační balíček pro výrobce.**

4.2. Certifikační systémy

4.2.1. Od kolébky ke kolébce

Program C2C Certified Products, založený v roce 2005, funguje na základě standardu Cradle to Cradle Certified Product [14]. Jeho hlavním účelem je hodnotit biologickou a technickou recyklovatelnost výrobků - aspekty oběhového hospodářství, jejich bezpečnost a odpovědnost materiálů a výrobků v pěti kategoriích udržitelnosti: materiálová nezávadnost, oběhovost výrobků, čistota ovzduší a ochrana klimatu, voda a hospodaření, sociální spravedlnost. Certifikace [Cradle to Cradle Certified™](#), se uděluje výrobkům, které splňují tato kritéria a získají bronzové až platinové hodnocení ve všech pěti parametrech. Každý parametr je hodnocen samostatně, a pokud alespoň jeden z nich splňuje minimální úroveň, získá celý výrobek minimální úroveň certifikace, která je bronzová. To znamená, že i když některé parametry vynikají, o celkové úrovni certifikace rozhoduje parametr s nejnižšími výsledky.

Existence tohoto certifikátu pro materiál nebo výrobek je rovněž uznávána při hodnocení budovy v rámci certifikačních systémů udržitelnosti, jako je [LEED](#) (Leadership in Energy and Environmental Design) [15], [BREEAM](#) (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) [16] a další. Na základě tohoto certifikátu jsou udělovány kredity, které ovlivňují výsledné skóre.

4.2.2. Level(s)

Level(s) je evropský rámec, který nabízí hodnocení a podávání zpráv o udržitelnosti budov [17]. Kromě udržitelnosti poskytuje tento rámec jednoduchý výchozí bod pro začlenění zásad oběhového hospodářství do prostředí, které vytváříme. Level(s) je dobře zavedený systém pro hodnocení a podporu zlepšování v průběhu celého životního cyklu, počínaje fází návrhu až do konce životnosti budovy. Lze jej aplikovat na různé typy budov, například obytné nebo kancelářské.

Nástroj Level(s) využívá základní ukazatele udržitelnosti, jako je hodnocení emisí skleníkových plynů, faktorů zdraví a pohodlí a dopadů změny klimatu během životnosti budovy. Pokud jde o oběhové hospodářství, lze v něm nalézt i relevantní ukazatele, jako například „Surovinová efektivita a životní cykly cirkulárních materiálů“. Tato část pomáhá vyhodnotit použití materiálů pomocí výkazu výměr (BoQ) a určit přibližnou trvanlivost a životnost použitých materiálů a výrobků ve vztahu k očekávané životnosti budovy. Lze posoudit celkový objem stavebního nebo demoličního odpadu, včetně toho, jak dobře může konstrukce budovy čelit budoucím úpravám a případné renovaci. Rámec Level(s) zahrnuje také hodnocení efektivního využívání vodních zdrojů.

4.2.3. LEED

Dalším certifikačním systémem pro udržitelné budovy, který zahrnuje cirkulární ukazatele, je LEED. Leadership in Energy and Environmental Design je celosvětově uznávaný systém certifikace udržitelných budov vyvinutý Radou pro ekologické budovy Spojených států (USGBC) [15]. Poskytuje komplexní rámec pro hodnocení návrhu, výstavby a certifikace udržitelných budov, prostranství a dokonce i čtvrtí, měst a komunit.

Příručka pro hodnocení poskytuje kredity a požadavky, které pomohou vyhodnotit cirkulární aspekty použité při návrhu budovy. Součástí každého kritéria je návod krok za krokem, jak úspěšně získat co nejvyšší počet bodů. Například kredit, který hodnotí stavební a demoliční odpad (SDO), vyžaduje vypracování a zavedení plánu nakládání s SDO s předcházení vzniku odpadu. Je požadováno dosáhnout alespoň 50 % snížení množství SDO. Konkrétnější kroky jsou popsány v celé příručce.

Další kritéria, která podporují a hodnotí oběhovost, najdete v části Materiály a zdroje. Například zajištění skladování a sběru recyklovatelných materiálů, aby se snížilo skládkování komunálního odpadu, opětovné použití stavebních a demoličních odpadů, použití Environmentálního prohlášení o produktu se všemi potřebnými informacemi o produktu a pouze odpovědně získanými materiály nebo zda byly uplatněny zásady flexibilního designu atd. Samostatná pozornost je věnována také hospodaření s vodou za účelem snížení její spotřeby.

4.2.4. BREEAM

BREEAM je přední světový soubor vědecky podložených systémů validace a certifikace udržitelného prostředí budov [16].

Od roku 1990 pomáhají standardy BREEAM certifikované třetí stranou zlepšovat výkonnost budov ve všech fázích, od návrhu přes výstavbu až po užívání a rekonstrukci. Miliony budov po celém světě jsou zaregistrovány pro práci na holistickém přístupu BREEAM k dosažení cílů ESG, zdraví a čisté nulové hodnoty emisí skleníkových plynů. Vlastníkem je BRE - organizace s více než 100letým zázemím v oblasti stavební vědy a výzkumu.

Certifikát se skládá z několika částí, z nichž každá obsahuje jiný počet hodnotících kritérií. Body se udělují podle toho, do jaké míry jsou v příslušné sekci splněna konkrétní kritéria udržitelnosti a oběhového hospodářství. Tyto nasbírané body tvoří základ procesu hodnocení BREEAM.

Téměř ve všech částech certifikátu lze nalézt silný soulad se zásadami oběhového hospodářství a jejich podporu. Tento soulad je patrný zejména v oddílech Materiály, Odpady a Voda. Zde jsou základní principy oběhového hospodářství výrazně začleněny do hodnotících kritérií, jako je Design pro trvanlivost a odolnost, které vybízí k přehodnocení tradičních přístupů k navrhování; Materiálová účinnost, kde vyšší bodové hodnocení získáte za efektivnější a menší množství materiálu použitého pro stavbu; Nakládání s odpady, Recyklované kamenivo, Výběr místa a další hodnotící kritéria.

4.2.5. SBToolCZ

SBToolCZ je národní český certifikační nástroj pro hodnocení úrovně kvality budov v souladu s principy udržitelné výstavby [18]. Certifikační proces byl oficiálně představen a spuštěn v červnu 2010.

Cílem certifikace podle metodiky SBToolCZ je vydání spolehlivého certifikátu o souladu stavby s legislativními požadavky a se zásadami udržitelné výstavby, což zahrnuje:

- zvýšení tržní hodnoty budov a snížení jejich provozních nákladů,
- podporu snižování energetické náročnosti budov v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov EPBD II,
- posuzování budov v rámci aspektů v oblasti udržitelné výstavby,
- optimalizační nástroj pro navrhování budov, které lépe splňují požadavky klientů,
- zmírnění dopadu budov na životní prostředí během celého životního cyklu,
- podpora vytváření dobrého a zdravého vnitřního prostředí v budovách,
- stimulaci poptávky po udržitelných budovách,
- stimulaci výrobců k výrobě a uvádění na trh ekologicky šetrných výrobků, které odpovídají novému základnímu požadavku na výstavbu podle nařízení EP a Rady č. 305/2011, -> stimulaci výrobců k výrobě ekologicky šetrných výrobků, které odpovídají novému základnímu požadavku na výstavbu podle nařízení EP a Rady č. 305/2011 a jejich uvádění na trh,
- pobídku pro výrobce, aby připojili EPD (prohlášení o vlivu výrobku na životní prostředí).

4.3. Nástroje pro hodnocení oběhového hospodářství

4.3.1. Katalog recyklovaných materiálů

Byl vypracován Katalog recyklovaných materiálů, který představuje možnosti využití, rizika a překážky recyklace odpadů ve stavebnictví. Katalog je rozdělen do dvou částí, které představují výrobky s recyklovaným obsahem a samotné recyklované materiály vhodné pro použití ve stavebnictví s příklady dobré praxe: od betonu po sádrokarton.

Dále Katalog obsahuje právní požadavky a příslušná ustanovení norem a zkušebních postupů pro praktické použití recyklovaných výrobků ve specifických podmínkách České republiky [19].

4.3.2. OneClick LCA

One Click LCA je jednoduchý a automatizovaný software pro hodnocení životního cyklu, který vám pomůže vypočítat a snížit dopady vašich stavebních a infrastrukturních projektů, produktů a vašeho portfolia na životní prostředí. OneClick LCA nabízí vestavěné algoritmy pro kvantifikaci cirkularity budov [20].

4.3.3. Madaster

Madaster je online registr materiálů a výrobků. V systému Madaster jsou zaznamenány údaje o všech materiálech a výrobcích, které jsou součástí nemovitostí nebo objektů infrastruktury, jako jsou budovy a mosty [21]. Registrace každé součásti poskytuje například přehled o tom, do jaké míry lze objekt demontovat, o jeho zabudovaném uhlíku nebo o toxicitě použitých materiálů a výrobků. Umožňuje také určit, zda lze materiály a výrobky po demontáži znovu použít. Stavět tímto cirkulárním způsobem znamená, že významně snižujeme množství odpadu a emisí skleníkových plynů. Více informací o tvorbě materiálových katastrů naleznete v Příručce pro sestavení katastru stavebních materiálů.

4.3.4. CTI Tool

Nástroj CTI byl vyvinut s cílem pomoci podnikům v různých průmyslových odvětvích po celém světě měřit a zlepšovat jejich výkonnost v oblasti oběhového hospodářství tím, že podporuje a vede podniky procesem ukazatelů pro přechod na cirkulární ekonomiku [22].

Nástroj strukturuje data a vypočítává výsledky a podporuje podniky v přijímání konkrétních opatření k dosažení jejich cílů v oblasti oběhového hospodářství. Podporuje také uživatele, aby oslovili interní zúčastněné strany a partnery v hodnotovém řetězci s žádostí o údaje, které se vyhnou problémům s důvěrností.

Nástroj CTI využívá sílu digitalizace a chytrých softwarových řešení a umožňuje společností urychlit přechod na oběhové hospodářství a plně porozumět své základní úrovni oběhového hospodářství.

4.4. BIM

Informační modelování budov (BIM) je nejrozšířenějším digitálním nástrojem pro zobrazení fyzických a funkčních vlastností budov. Poskytuje přesnou a aktuální digitální reprezentaci stavebních prvků a systémů pro podporu navrhování, výstavby a provozu budov [23].

Při zavádění BIM v kontextu oběhového hospodářství je třeba zvážit několik klíčových bodů. BIM lze využít ke sledování a řízení dopadu budovy na životní prostředí v průběhu celého jejího životního cyklu - od návrhu a výstavby až po provoz a následnou demolici nebo renovaci. To umožňuje lépe porozumět spotřebě zdrojů a produkci odpadů. Zásuvný modul k již zmíněnému nástroji OneClick lze snadno nainstalovat do softwaru Revit nebo Archicad.

Nástroje BIM mohou pomoci při výběru udržitelných materiálů a výrobků, které jsou v souladu se zásadami oběhového hospodářství, například těch, které mají vysoký potenciál pro opětovné použití, recyklaci nebo likvidaci. Informace o environmentálních vlastnostech materiálů lze začlenit do modelu BIM a také je vytěžit pro vytvoření pasportu budovy nebo materiálu.

Využití BIM a vytvoření digitálního dvojčete může podpořit navrhování budov, které zohledňuje možnost demontáže a opětovného použití, usnadňuje identifikaci stavebních prvků pro opětovné použití v jiných projektech a podporuje zásadu oběhového hospodářství.

Stejně tak může sledovat a řídit spotřebu zdrojů a produkci odpadů během výstavby a provozu a usnadnit plánování údržby, oprav a modernizace.

Kromě toho BIM usnadňuje spolupráci a sdílení informací mezi různými zúčastněnými stranami, včetně architektů, inženýrů, dodavatelů a vlastníků. Tato spolupráce může vést k informovanějším rozhodnutím v oblasti udržitelného navrhování a praxe.

4.5. Pasporty materiálů a staveb

Pro urychlení získání přehledu o vlastnostech materiálů a jejich potenciálu k opětovnému použití je třeba zavést pasy materiálů. Jako jeden z prvních příkladů byly použity v projektu BAMB programu Horizont 2020 a jsou definovány takto: *Materiálové pasy (MP) jsou (digitální) soubory dat popisující definované vlastnosti materiálů a komponent ve výrobcích a systémech, které jim dávají hodnotu pro současné použití, renovaci a opětovné použití. MP jsou informačním a vzdělávacím nástrojem, který se zabývá otázkami, jež často neposkytují jiné dokumenty nebo certifikace stavebních výrobků, zejména ve vztahu k oběhovému hospodářství výrobků. Materiálové pasy neposuzují ani nehodnotí údaje. Místo toho poskytují informace, které podporují posuzování a certifikaci jinými stranami, a umožňují, aby stávající posouzení a certifikace byly zapsány do pasu jako nahrané dokumenty [10].*

Pasy mohou zahrnovat stávající normy a nástroje. Materiálové pasy představené v projektu BAMB mají obecně potenciál začlenit existující mechanismy, jako je TDS - celkový ob-

sah rozpuštěných látek, MSDS - bezpečnostní list pro nakládání s nebezpečnými látkami a/ nebo směsmi, EPD - environmentální prohlášení o produktu, Bill of Materials - materiálový list jako seznam všech dílčích sestav, dílů a výchozích materiálů, z nichž je vyroben konečný produkt, včetně požadovaných výkazů výměr (BoQ), a případně další informace ve vztahu k cirkulární ekonomice.

Integrace prostřednictvím informačního modelování budov (BIM) umožňuje v této digitální struktuře používat digitální nástroje včetně pasportů materiálů nebo budov a vytvořit tak komplexní virtuální reprezentaci stavebního projektu [11]. To umožňuje spolupráci při projektování, detekci a vizualizaci kolizí, centralizovanou správu dat o materiálech a informací o zdrojích, což vede k menšímu počtu chyb a informovanějším rozhodnutím.

5. Případové studie

5.1. Česká republika

5.1.1. PŘÍSTAVBA BUDOVY ZÁKLADNÍ ŠKOLY V PETROVICÍCH, ČESKÁ REPUBLIKA

Tato případová studie je příkladem použití **modulárního** stavebního procesu (Obrázek 5). Původně modulární základní škola potřebovala více prostoru pro rostoucí počet žáků, a tak byly k budově přistavěny další 2 učebny. Modulární metoda umožňuje rychlou a snadnou výstavbu nebo rozšíření prefabrikovaných typizovaných částí budov (modulů), což zajišťuje flexibilitu a **přizpůsobivost** s návrhem zaměřeným na **opětovné využití** od samého počátku [24].

Obrázek 5: Modulární základní škola v Petrovicích, Česká republika

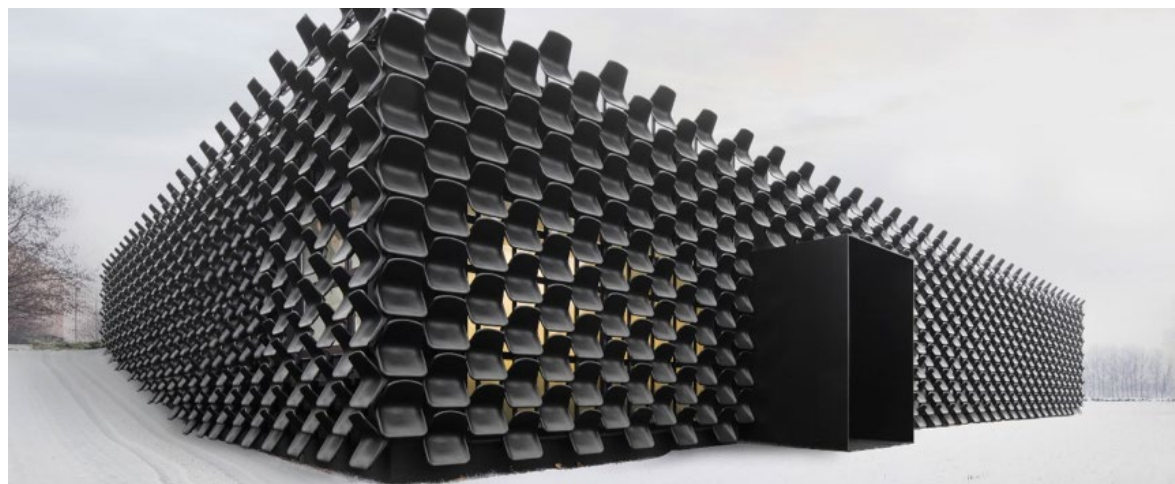


Zdroj: <https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice>, [24]

5.1.2. GALERIE NÁBYTKU, BRNO, ČESKÁ REPUBLIKA

V této jednopatrové budově, která je dnes brněnskou galerií nábytku, byl původně autosalon (Obrázek 6). Architekti se rozhodli **znovu použít** materiály z plastových sedaček a vytvořit originální fasádu, která funguje i jako reklama na galerii nábytku. Interiér byl přepracován tak, aby vznikl **flexibilnější**, pohyblivější a univerzálnější prostor s víceúčelovým uspořádáním, který optimalizuje využití. Namísto budování dalších prostor byla stávající konstrukce **znovu využita, renovována a znovu použita**, čímž se ušetřily materiály a energie [25], [26].

Obrázek 6: Galerie nábytku, Brno, Česká republika



Zdroj: <https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture>, [25]

5.1.3. KANCELÁŘSKÁ BUDOVA MERCURY JAKO PŘÍKLAD (RE)MOLICE, PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA

Kancelářská budova Mercury na Obrázku 7 je první kancelářskou budovou v České republice dekonstruovanou podle principů oběhového hospodářství. Nová budova Mercury vznikne **opětovným využitím** materiálů z její předchůdkyně, která nyní stojí na jejím místě. V souladu s filozofií udržitelného rozvoje byla předchozí budova **pečlivě rozebrána** kus po kuse a materiál po materiálu - od opláštění až po nosné konstrukce - tak, aby se co nejvíce materiálů mohlo vrátit do oběhu. Tento proces Remolice, jak jej společnost nazývá, ušetří až 12 000 tun betonu [27]. Velká část materiálu bude použita přímo v nové budově Mercury, zatímco část bude využita v jiných projektech společnosti [28].

Obrázek 7: Kancelářská budova Mercury: nové a stávající budovy



Zdroj: <https://cyrkl.com/cs/case-studies/166>, <https://www.skanska.cz/en-us/Expertise/development/commercial-development/projects-in-pipeline/mercury/mercury-story-cz/>

5.2. Německo

5.2.1. DŮM CRCLR V BERLÍNĚ-NEUKÖLLNU, NĚMECKO

Dům cirkulární ekonomiky (dům CRCLR) byl postaven na místě bývalého pivovaru Kindl v berlínské čtvrti Neukölln (Obrázek 8). Jedná se o kombinaci stávajícího využití a přístavby. Stávající budova bývalého skladu lahví je **modernizována, renovována a rozšířena** o dvě a půl podlaží (novostavba). Přístavba je postavena s využitím udržitelných dřevěných konstrukcí. Při rozhodování během procesu plánování byla věnována pozornost použití **recyklovaných stavebních materiálů** a jejich **opětovnému využití**. Společnost ZRS Ingenieure ve spolupráci s architekty a uživateli vyvinula nosnou konstrukci pro stávající budovu a přístavbu [29].

Obrázek 8: Renovace stávající budovy a přístavba v dřevěné konstrukci



Zdroj: <https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/>, [28]

5.2.2. NOVÁ BUDOVA SPOLKOVÉ AGENTURY PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (UBA) V DESSAU, NĚMECKO

Z hlediska konstrukce je nová budova masivní betonovou a železobetonovou konstrukcí (Obrázek 9). Za tímto účelem bylo na stavenišťe dodáno téměř 3 000 metrů krychlových betonu. Z dodaného betonu bylo 60 % **recyklovaného betonu**. Recyklovaný materiál v betonu má zrnitost 8 až 16 mm a byl schválen Německým institutem pro stavební technologie (DIBt) v Berlíně [30].

Jako izolační materiál ve vnitřních stěnách bude použito konopí. Jako další **obnovitelná** surovina bude použito dřevo ve formě pruhovaných parket. Budova je plusovou energetickou stavbou a navrhla ji berlínská architektonická kancelář Anderhalten Architekten.

Obrázek 9: Budova UBA - novostavba z recyklovaného betonu



Zdroj: <https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html>, (OPTERRA/Sven-Erik Tornow) <https://www.umweltbundesamt.de>

5.2.3. SPORTOVNÍ DŮM V KOLKWITZ, NĚMECKO

Pro novou výstavbu sportovního domu (klubovny na Obrázku 10) v Kolkwitz / Lausitz převzala kancelář „P. Jähne Ingenieurbüro GmbH“ projektování objektu a stavební dozor [31]. Jedná se o dobrý příklad demolice starého sportovního domu, nové výstavby sportovního domu a opětovného použití železobetonových desek PII z deskové konstrukce NDR ve spolupráci s BTU Cottbus (Katedra kontaminovaných míst: Dr. Mettke Siemens-Halske-Ring 8 03046 Cottbus).

Obrázek 10: Sportovní dům Kolkwitz - opětovné použití železobetonových desek



Zdroj: <https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html>

5.2.4. KANCELÁŘSKÁ BUDOVA OBEREN WALDPLÄTZE 12 (OWP12)), STUTTGART, NĚMECKO

Při výstavbě této nové kancelářské budovy (Obrázek 11) byly použity **principy návrhu Cradle to Cradle**. Projektový tým se při plánování a realizaci projektu zaměřil na výběr **materiálů bez škodlivých látek** a na návrh snadné **demontáže**. Byl vytvořen **materiálový pas** všech použitých materiálů, aby byla zajištěna vysoká kvalita **recyklovatelnosti pro** budoucí fázi demolice. OWP12 je energeticky účinná budova, která má vysoce izolovanou fasádní konstrukci, fotovoltaický systém, geotermální vrty a zelenou fasádu. Vyrábí více energie, než spotřebuje, a vytváří příjemné mikroklima [32].

Obrázek 11: Kancelářská budova Oberen Waldplätze 12 (OWP12), Stuttgart, Německo



Zdroj: <https://www.dreso.com/at/projekte/details/neubau-buerogebaeude-obere-waldplaetze-12-stuttgart-1>

5.2.5. RECYCLINGHAUS V KRONSBERGU, NĚMECKO

Prototyp obytné budovy (Obrázek 12) byl **navržen pro demontáž** včetně **opětovně použitých a průmyslově recyklovaných materiálů**, což zajišťuje značnou úsporu zdrojů a snížení emisí CO2. Většina interiéru je z materiálů z druhé ruky, přičemž při plánování byl kladen mimořádný důraz na využití **materiálů z místních zdrojů** nebo materiálů z již existujícího stavebního fondu klienta [33], [34].

Obrázek 12: Recyclinghaus v Kronsbergu, Německo



Zdroj: https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html

5.3. Slovinsko

5.3.1. ZKUŠENOSTNÍ CENTRUM KNAUF INSULATION (KIEXC) VE ŠKOFJA LOKA, SLOVINSKO

Zážitkové centrum společnosti Knauf Insulation, které bylo od počátku navrženo tak, aby sloužilo jako případová studie udržitelné výstavby, představuje možnosti tepelné a zvukové izolace podle vlastního návrhu (Obrázek 13). Správná **izolace budov** je klíčem k energeticky účinným stavebním řešením, protože **zabraňuje plýtvání energií**. Předváděná budova nabízí vysokou míru **flexibility** pro všechny budoucí možné funkční/prostorové změny. Společnost KIECX je také pilotním projektem **Level(s)** - směrnic pro udržitelnou výstavbu [35].

Obrázek 13: Zkušební centrum Knauf Insulation (KIEXC) ve Škofja loka, Slovinsko

Slovinsko



Zdroj: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center>

5.3.2. VÝZKUMNÝ ÚSTAV INNORENEW COE , SLOVINSKO

Hybridní konstrukce (Obrázek 14) je vyrobena ze dřeva, betonu a oceli a je vybavena **inteligentním systémem řízení budovy** s více než stovkou čidel, která v budově monitorují vlhkost, teplotu a vibrace, což se plánuje využít pro budoucí údržbářské práce a pro sledování spotřeby energie prostřednictvím **digitalizace**. Díky tomuto monitorování je tým schopen podrobně sledovat stárnutí dřeva a vlhnutí použitých dřevěných materiálů, což umožní lepší plánování dřevěných konstrukcí v budoucnu pro zvýšení **trvanlivosti** budov. Při výstavbě byl kladen zvláštní důraz na používání **materiálů z místních zdrojů** (přírodních zdrojů), zamezení znečištění způsobeného dopravou [36].

Obrázek 14: Výzkumný ústav InnoRenew CoE, Slovinsko

Slovinsko



Zdroj: <https://www.regionalobala.si/novica/innorenew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje>

Slovensko

5.3.3. VÝROBNÍ SKLAD SAXONIA FRANKE, ŽIROVNICA, SLOVINSKO

Tato budova je příkladem udržitelné výstavby, využívá odpadní teplo z výroby zpět do topného systému v uzavřené smyčce, čímž zajišťuje **energeticky efektivní** řízení teploty [37].

Slovensko

5.3.4. KAVÁRNA LOLITA EIPPROVA, LUBLAŇ, SLOVINSKO

Při přestavbě staré nevyužívané budovy na kavárnu se designéři zaměřili na použití převážně **použitých, repasovaných** nebo **recyklovaných** materiálů pro design interiéru. Materiály z původní budovy byly prověřeny a znovu použity tam, kde to bylo možné [38].

5.4. Polsko

Polsko

5.4.1. NOVÝ RYNEK D KANCELÁŘSKÝ KOMPLEX, POZNAŇ, POLSKO

Tato nová kancelářská budova s **certifikací LEED** byla postavena z **recyklovaných materiálů** a materiálů s **nízkým obsahem těžkých organických sloučenin, které jsou** škodlivé pro životní prostředí i pro obyvatele (Obrázek 15). **Moderní technologie**, jako je fotovoltaický systém, systém rekuperace šedé a dešťové vody nebo nízkootáčkové větrání, zajišťují energetickou účinnost této budovy, která je ze 100 % poháněna **obnovitelnou energií** [39].

Obrázek 15: Kancelářský komplex Nový Rynek D, Poznaň, Polsko



Zdroj: https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie,40988.html

Polsko

5.4.2. BUDOVA SKYSAWA, VARŠAVA, POLSKO

Tento obchodní a kancelářský komplex získal nejvyšší stupeň **certifikace BREEAM** s vysokým počtem bodů v kategoriích, jako je poloha a dopravní spojení, **úspora vody** a **řízení procesu výstavby**. Během fáze demolice i výstavby byly hledány udržitelné možnosti, např. ochrana místní zeleně, použití certifikovaných materiálů pro výstavbu z **místní produkce**, kde to bylo možné, důraz na výběr pouze ekologicky certifikovaných dodavatelů, zavedení **recyklovaného nebo opětovně použitého stavebního odpadu**, energeticky úsporné osvětlení, sanitární zařízení šetřící vodu nebo použití dostatečného množství původní zeleně (včetně dlouhodobého plánu řádné péče o vybrané rostliny) v okolí celého komplexu [40], [41].

5.4.3. DOČASNÝ PAVILON MUZEA MODERNÍHO UMĚNÍ VE VARŠAVĚ

Muzeum moderního umění obývá pavilon na řece Visle, jak je možné vidět na snímku (Obrázek 16) od roku 2017 až do doby, než bude muzeum v roce 2024 přestěhováno na své konečné místo. Toto dočasné zařízení muzeu bezplatně zapůjčila nadace Thyssen-Bornemisza. Předtím, v letech 2008-2010, sloužilo k prezentaci umění na Zámeckém náměstí v Berlíně.

Budovu navrhnul rakouský architekt Adolf Krischanitz, jehož cílem bylo dodržet termín a nepřekročit omezený rozpočet. Pavilon má konstrukci, která umožňuje jeho rychlou montáž a demontáž. Krischanitz se rozhodl pro konstrukci z hotových dřevěných prvků, zevnitř vyplněných minerální vlnou a zvenku vyztužených cementovláknitými deskami, takže stavbu bylo možné postavit v hrubé stavbě za pouhé tři týdny. Vnější část budovy byla navržena tak, aby ji mohli umělci používat jako plátno [42].

Obrázek 16: Dočasný pavilon Muzea moderního umění ve Varšavě



Zdroj: <https://artmuseum.pl/en/muzeum>

5.4.4. SOLACE HOUSE, POLSKO

Solace House je **adaptabilní** konstrukce **montovaného** domu s technologií, která zajišťuje **snížení** provozních nákladů, především v podobě nižších nákladů na energie (Obrázek 17). V současné době existuje v Polsku několik realizací této konstrukce a technologie.

Příčky budovy Solace House se vyznačují vysokou tepelnou izolací, což se projevuje v energetické bilanci budovy a v nulových nákladech na vytápění. Nízký součinitel prostupu tepla, a tedy nízké tepelné ztráty, jsou jedinečnou vlastností technologie Solace ve stavebnictví. Výjimečná tepelná izolace stěn v kombinaci s kubaturou budovy a fotovoltaickou instalací činí z budov SOLACE budovy s nulovou spotřebou energie.

Prefabrikované prvky jsou vyrobeny z desky určené pro konstrukční použití ve vlhkém prostředí, vyrobené bez použití formaldehydů. Vnitřní konstrukční prvky jsou vyrobeny z lepeného lamelového dřeva. Prostor mezi prefabrikovanými prvky je vyplněn polyuretanovou pěnou s uzavřenou komorou [43].

Obrázek 17: Dům útěchy, Polsko



Zdroj: <https://solace.house/solace-double/>

5.4.5. KANCELÁŘSKÁ BUDOVA WAVE V GDAŃSKU, POLSKO (STRATEGIE: OMEZENÍ VSTUPŮ A JEJICH EXTERNALIT)

Kancelářská budova Wave v Gdaňsku upřednostňuje použití **recyklovaných materiálů** a **místní zdroje surovin** (Obrázek 18). Téměř čtvrtina materiálů použitých na výrobu budovy Wave obsahovala **recyklované prvky**. Na druhou stranu téměř polovina použitých výrobků pocházela od **místních** společností a dodavatelů. Při stavbě kancelářské budovy byly rovněž použity výrobky s nízkým obsahem těkavých organických látek. Dřevo použité při stavbě bylo certifikováno pomocí systému FSC, který garantuje standardy odpovědného lesního hospodaření [44].

Obrázek 18: Kancelářská budova Wave v Gdaňsku, Polsko



Zdroj: <https://www.skanska.pl/en-us/offer/offices/bur-offer/gdansk/wave/>

6. Bibliografie

- [1] J. Mesa, A. González-Quiroga, and H. Maury, "Developing an indicator for material selection based on durability and environmental footprint: A Circular Economy perspective," *Resour Conserv Recycl*, vol. 160, p. 104887, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104887.
- [2] Y. Yang, J. Guan, J. M. Nwaogu, A. P. C. Chan, H. Chi, and C. W. H. Luk, "Attaining higher levels of circularity in construction: Scientometric review and cross-industry exploration," *J Clean Prod*, vol. 375, p. 133934, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133934.
- [3] S. Brand, *How Buildings Learn: What Happens after They're Built*. New York: Penguin-Books, 1995.
- [4] M. J. Eckelman, C. Brown, L. N. Troup, L. Wang, M. D. Webster, and J. F. Hajjar, "Life cycle energy and environmental benefits of novel design-for-deconstruction structural systems in steel buildings," *Build Environ*, vol. 143, pp. 421–430, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.buildenv.2018.07.017.
- [5] C. Sassanelli, A. Urbinati, P. Rosa, D. Chiaroni, and S. Terzi, "Addressing circular economy through design for X approaches: A systematic literature review," *Comput Ind*, vol. 120, p. 103245, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103245.
- [6] O. Bucklin, R. Di Bari, F. Amtsberg, and A. Menges, "Environmental Impact of a Mono-Material Timber Building Envelope with Enhanced Energy Performance," *Sustainability*, vol. 15, no. 1, p. 556, Dec. 2022, doi: 10.3390/su15010556.
- [7] M. Riesener, M. Kuhn, F. Hellwig, J. Ays, and G. Schuh, "Design for Circularity – Identification of Fields of Action for Ecodesign for the Circular Economy," *Procedia CIRP*, vol. 116, pp. 137–142, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.02.024.
- [8] "Buildings As Material Banks (BAMB2020)." Accessed: Nov. 06, 2023. [Online]. Available: <https://www.bamb2020.eu/>
- [9] M. Antikainen, T. Uusitalo, and P. Kivikytö-Reponen, "Digitalisation as an Enabler of Circular Economy," *Procedia CIRP*, vol. 73, pp. 45–49, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2018.04.027.
- [10] M. Heinrich and W. Lang, *Materials Passports - Best Practice - Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment*. 2019.
- [11] M. Honic, I. Kovacic, and H. Rechberger, "Concept for a BIM-based Material Passport for buildings," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 225, p. 012073, Feb. 2019, doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012073.
- [12] European Committee for Standardization (CEN), "CEN EN 15804: 2012+ A2: 2019 Sustainability of Construction Works—Environmental Product Declarations—Core Rules for the Product Category of Construction Products." Brussels, Belgium, 2019.
- [13] European Commission, Regulation (EU) No 305/2011. 2011. Accessed: Nov. 06, 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/305/oj>
- [14] "Cradle to Cradle Certified®." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://c2ccer-tified.org/>

- [15] USGBC, "LEED v4.1 Building Design and Construction," 2021.
- [16] BREEAM, "BREEAM International New Construction 2016 - Technical Manual," 2016.
- [17] European Commission, "Level(s) - European framework for sustainable buildings." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en
- [18] "SBToolCZ," 2022, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.sbtool.cz/online/>
- [19] T. Pavlů, J. Pešta, M. Volf, and A. Lupíšek, "Katalog výrobků a materiálů s obsahem druhotných surovin z průmyslových provozů a komunálních odpadů pro použití ve stavebnictví," Praha, 2021.
- [20] "OneClick LCA." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.oneclicklca.com/>
- [21] "Madaster: the cadastre for materials and products."
- [22] "CTI Tool." Accessed: Dec. 02, 2023. [Online]. Available: <https://ctitool.com/>
- [23] S. Mihindu and Y. Arayici, "Digital Construction through BIM Systems will Drive the Re-engineering of Construction Business Practices," in 2008 International Conference Visualisation, 2008, pp. 29–34. doi: 10.1109/VIS.2008.22.
- [24] Koma Modular, "Rozšíření modulární školy Praha, Petrovice." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice>
- [25] CHYBIK KRISTOF ARCHITECTS MY DVA GROUP, "Gallery of Furniture. Brno, Czech Republic." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture>
- [26] Arup, "Gallery of Furniture. Brno, Czech Republic." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case_studies/48
- [27] Vesna Mrázková, "Remolice, nikoliv demolice. Na návštěvě u společnosti Skanska, která v České republice zavádí unikátní cirkulární postup," Zajimej se. Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://zajimej.se/remolice-nikoliv-demolice-na-navsteve-u-spolecnosti-skanska-ktera-v-ceske-republice-zavadi-unikatni-cirkularni-postup/>
- [28] Skanska, "Mercury." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.skanska.cz/co-delame/development/komercni-development/pripravovane-projekty/mercury/mercury-story-cz/>
- [29] ZRS, "CRCLR House, Berlin-Neukolln, Germany." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/>
- [30] F. M.-R. und V. bvse, "UBA-ERWEITERUNG MIT RUND 60% RECYCLINGBETON." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html>
- [31] P. Jähne Ingenieurbüro GmbH, "Sportlerheim Kolkwitz." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html>

- [32] Drees&Sommer, "7 Days To Go Until The Opening: Innovation Building Owp12 Steps Into A Sustainable Future." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.dreso.com/de/en/news/details/7-days-to-go-until-the-opening-innovation-building-owp12-steps-into-a-sustainable-future>
- [33] Cityförster, "Recyclinghaus." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html
- [34] Arup, "Recyclinghaus am Kronsberg." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case_studies/53
- [35] DGNB, "Knauf Insulation Experience Center." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center>
- [36] Regional, "Innorennew Zaključil Z Gradnjo Najvecje Lesene Stavbe V Sloveniji: Edinstven Primer Trajnostne Gradnje", Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.regionalobala.si/novica/innorennew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje>
- [37] IZS, "Saxonia Franke - primer trajnostne gradnje v industriji." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <http://arhiv.izs.si/dobra-praksa/primeri-dobre-prakse/poslovni-objekti/saxonia-franke-primer-trajnostne-gradnje-v-industriji/>
- [38] Hype&Hyper, "Old materials come to life in the Lolita Eiprova café in Ljubljana." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://hypeandhyper.com/old-materials-come-to-life-in-the-lolita-eiprova-cafe-in-ljubljana/>
- [39] PropertyDesign.pl, "Nowy Rynek D doceniony za ekologię." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie,40988.html
- [40] PHN, "THE FIRST SKYSAWA BUILDING RECEIVES THE HIGHEST BREEAM CERTIFICATE IN POLAND AT THE 'FINAL' STAGE." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.phnsa.pl/en/aktualnosc/first-skysawa-building-receives-highest-breeam-certificate-poland-final-stage>
- [41] PORR, "SKYSAWA awarded BREEAM certificate at the Outstanding level." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://porr.pl/en/media/press-releases/overview/press-release/news/skysawa-z-certyfikatem-breeam-na-poziomie-outstanding/>
- [42] "PAWILON MUZEUM NAD WISŁĄ ZAPROJEKTOWANY PRZEZ ADOLFA KRISCHANITZA DLA TEMPORÄRE KUNSTHALLE W BERLINIE." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://artmuseum.pl/pl/doc/pawilon-projektu-adolfa-krischanitza>
- [43] "Solace house ." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://solace.house/>
- [44] "Jedyny taki w Trójmieście. Biurowiec Wave z prestiżowym certyfikatem WELL Core & Shell na poziomie Gold." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.skanska.pl/o-skanska/media/informacje-prasowe/260642/Jedyny-taki-w-Trojmiestcie.-Biurowiec-Wave-z-prestizowym-certyfikatem-WELL-Core--Shell-na-poziomie-Gold->

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Transformace konceptu 3Rs na 10Rs.	6
Obrázek 2:	Brandovy střížné vrstvy změn. Převzato z: [3].	8
Obrázek 3:	Nová kancelářská budova, zdroj: https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/new-office-building/ ; foto Jens Kirchner kadawittfeldarchitektur https://www.kadawittfeldarchitektur.de/en/projekt/rag-stiftung-und-rag-ag-zollverein/	13
Obrázek 4:	Přední systémy certifikace oběhového hospodářství pro budovy a výroby	15
Obrázek 5:	Modulární základní škola v Petrovicích, Česká republika, zdroj: https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice , [24]	22
Obrázek 6:	Galerie nábytku, Brno, Česká republika, zdroj: https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture , [25]	22
Obrázek 7:	Kancelářská budova Rtůť: nové a stávající budovy, zdroj: https://cyrkl.com/cs/case-studies/166 , https://www.skanska.cz/en-us/Expertise/development/commercial-development/projects-in-pipeline/mercury/mercury-story-cz/	23
Obrázek 8:	Renovace stávající budovy a přístavba v dřevěné konstrukci, zdroj: https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/ , [28]	23
Obrázek 9:	Budova UBA - novostavba z recyklovaného betonu, zdroj: https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html , (OPTERRA/Sven-Erik Tornow) a https://www.umweltbundesamt.de	24
Obrázek 10:	Sportovní dům Kolkwitz - opětovné použití železobetonových desek, zdroj: https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html	24
Obrázek 11:	Kancelářská budova Oberen Waldplätze 12 (OWP12), Stuttgart, Německo, zdroj: https://www.dreso.com/at/projekte/details/neubau-buerogebaende-obere-waldplaetze-12-stuttgart-1	25
Obrázek 12:	Recyclinghaus v Kronsbergu, Německo, zdroj: https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html	25
Obrázek 13:	Zkušební centrum Knauf Insulation (KIEXC) ve Škofja loce, Slovinsko, zdroj: https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center	26
Obrázek 14:	Výzkumný ústav InnoRenew CoE, Slovinsko, zdroj: https://www.regionlobala.si/novica/innorenew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje	26
Obrázek 15:	Kancelářský komplex Nový Rynek D, Poznaň, Polsko, zdroj: https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie.40988.html	27
Obrázek 16:	Dočasný pavilon Musea moderního umění ve Varšavě (zdroj: https://art-museum.pl/en/muzeum)	28
Obrázek 17:	Dům útěchy, Polsko. zdroj: https://solace.house/solace-double/	28
Obrázek 18:	Kancelářská budova Wave v Gdaňsku, Polsko, zdroj: https://www.skanska.pl/en-us/offer/offices/our-offer/gdansk/wave/	29

	Koncepce projektu	Design	Zadáání veřejných zakázek	Stavebnictví	Provoz a údržba	Dekonstrukce
Okružní principy	<ul style="list-style-type: none"> • Před zahájením projektu je nutné určit průběžné a konečné cíle a jim odpovídající zaměření oběhového principu • Analyzovat národní politiky oběhového hospodářství • Zavést nové oběhové obchodní modely nebo přehodnotit ty stávající • Zvýšit povědomí týmu a zúčastněných stran o současných principech oběhového hospodářství • Zvážit využití certifikací budov, jako je SBTool, LEED atd. a jednotlivých kritérií, které pomohou identifikovat nedostatky a implementovat oběhovost. 	<p>Použijte alespoň jednu z těchto strategií návrhu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Navrhout demontovatelnou konstrukci • Vypracovat návrh pro přizpůsobivost a flexibilitu • Zpracovat návrh pro trvanlivost <p>Nebo jednotlivé zásady rámce 9R:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Lze odmítnout“ (stavět nové a místo toho používat stávající) • Přehodnotit (předchozí přístupy, rozdělení prostoru, integrace více funkcí do prvků) • Redukovat (odpad, primární zdroje, nepotřebné prvky) • Opětovné využití (stávající výroby, části budovy) • Repair, Refurbish, Remanufacture (prodloužit životnost stavebních prvků, provést rekonstrukci budovy namísto demolice) • Přeprocujte (stávající budovy) • Recyklujte (recyklované materiály) • Recover (energetické využití/kompostování) • Připravte plán provozu a údržby včetně technických pokynů pro renovaci 	<ul style="list-style-type: none"> • Zorganizovat konzultace před zahájením zadávání veřejných zakázek • Připravit plán oběhového zadávání s definicí cíle, který je relevantní pro váš projekt • Jmenovat do této fáze manažera zakázky, který je motivován k zavádění oběhového hospodářství • Identifikovat dodavatele, kteří mohou být nejnvhodnější v každé další fázi, a diskutovat o nových modelech nebo výrobcích, které podporují koncepty oběhové výroby • Upřednostňovat výrobce se zkušenostmi se systémy zpětného odběru nebo s rozšířenou odpovědností výrobce. • Dávat přednost místnímu dodavatelskému řetězci 	<ul style="list-style-type: none"> • Vypracovat plán nakládání s odpady pro stavbu a třídění stavební odpad na staveništi • Upřednostňovat používání výrobků a materiálů od dodavatelů, kteří mohou nepoužité výrobky odebrat zpět 	<ul style="list-style-type: none"> • Nastavit plán provozu a údržby, který obsahuje technické pokyny pro potřebnou rekonstrukci 	<ul style="list-style-type: none"> • Připravit audit před demolicí a vytvořit plán demolice. • Při demontáži výrobků a materiálů postupovat selektivně. • Dodržovat hierarchii nakládání s odpady a upřednostňovat použití demontovaných výrobků na jiných místech. Je také možné využít místní obchodní modely pro opětovné využití nebo recyklaci CDW. • Odmítnout demolici budovy po skončení její životnosti, aby bylo možné stávající konstrukci znovu využít pro nové účely
Konstrukce a materiály		<ul style="list-style-type: none"> • Preferovat štíhlou výrobu a čistší výrobu materiálů • Preferovat výrobky s recyklovaným obsahem (beton s recyklovaným směsným kamenivem) • Preferovat materiály s vysokým potenciálem recyklace a opětovného použití • Preferovat recyklovatelné a opětovně použitelné materiály • Preferovat trvanlivé materiály (ocel/beton/kámen) • Používat digitální pasy materiálů 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferovat místní materiály • Zvážit možnost využití odpadů/recyklovaných materiálů z okolí 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferovat snadno demontovatelné konstrukční prvky (betonové prefabrikáty s odnímatelnými spoji) 	<p>Vypracovat plán provozu údržby</p>	<p>Zvážit použití demontovaných materiálů a výrobků na jiných místech</p>
Umístění		<ul style="list-style-type: none"> • Zohlednit místní podmínky a upřednostnit místní dodavatelský řetězec, použít materiály z dané lokality • při výběru nové lokality pro výstavbu dát přednost brownfieldům nebo dříve zastavěným pozemkům, jejichž sanace může kontaminovanou půdu vyčistit a vrátit ji do čistšího stavu 	<p>Podporovat využívání místních obchodních modelů a dodavatelských řetězců</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zajistit optimální umístění a plán přepravy stavebního odpadu 		<ul style="list-style-type: none"> • Využít mobilních sběrných stanic pro dekonstrukci na místě • Zajistit optimální umístění a plán přepravy umístění a plánu přepravy demolčního odpadu

	Koncepce projektu	Design	Zadávání veřejných zakázek	Stavebnictví	Provoz a údržba	Dekonstrukce
Voda a energie		<ul style="list-style-type: none"> Poskytnout plán/opatření na snížení množství spotřebované vody, např. sběr dešťové vody do zásobníků a další využití šedé vody, návrh opatření na úsporu vody, jako jsou toalety s dvojitým splachováním, perličkové ventily a uzavírací ventily pro umyvadla a sprchy atd 	<p>Využít ukazatelů z certifikací udržitelnosti budov ke zvýšení kvality</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zavést inovativních řešení, jako je využití zpětného získávání tepla z odpadní vody k ohřevu přiváděného vzduchu Zvážit využití kořenových čistíren odpadních vod ke zlepšení odstraňování znečišťujících látek a prozkoumat udržitelné možnosti opětovného využití vyčištěné vody při zavlažování a čištění okolního prostředí 	<ul style="list-style-type: none"> Využívat monitorování spotřeby vody a energie napojené na systém správy budov pro podporu snižování spotřeby Využívat systém čištění odpadních vod - šedých a pitných 	<ul style="list-style-type: none"> Oddělit potrubí a další zařízení pro účinnou recyklaci a prozkoumat možnosti recyklace nebo opětovného použití, například vzduchotechnických jednotek
Odpad (stavební a demoliční odpad a komunální odpad)		<ul style="list-style-type: none"> Připravit plán provozu a údržby včetně technických pokynů pro renovaci za účelem eliminace tvorby odpadu Vypracovat odpadní a finanční prognózu předpokládaného objemu odpadu 	<p>Upřednostňovat výrobce se schémata zpětného odběru a rozšířenou odpovědností bude mít v budoucnu pozitivní vliv na odpovědné nakládání s odpady</p>	<p>Vyplnit šablonu a sledovat množství odpadu pro různé kategorie odpadu a vypočítat potenciální míry opětovného použití, recyklace, skládkování, energetického využití a eliminace odpadu</p>	<p>Používat třídící kontejnery na komunální odpad</p>	<ul style="list-style-type: none"> Připravit předdemoliční audit k identifikaci materiálů a částí budov (nebezpečných a bezpečných, opakovaně použitelných), které budou výsledkem demolice Použít šablonu protokolu EU o stavebním a demoličním odpadu pro sledování odpadu s různými kategoriemi odpadu a výpočet potenciální míry recyklace, včetně opětovného použití, recyklace, skládkování, energetického využití a míry eliminace odpadu
		<ul style="list-style-type: none"> Vytvořit plán nakládání s komunálním odpadem Zjistit více o možnostech využití komunálního odpadu pro výrobu stavebních výrobků 			<ul style="list-style-type: none"> Vybavit sběrná místa odpadů, zajistit dostatečný počet kontejnerů na různé druhy odpadů (směsný, sklo, papír atd) 	
Digitalizace						<p>Používat BIM a integrovat pasy materiálů a budov. Digitalizace procesů v jednotlivých fázích projektování výstavby budov, často integrovaná prostřednictvím informačního modelování budov (BIM), umožňuje v této digitální struktuře využívat digitální nástroje včetně pasportů materiálů nebo budov a vytvořit tak komplexní virtuální reprezentaci stavebního projektu. To umožňuje spolupráci při navrhování, detekci a vizualizaci kolizí, centralizované úložiště dat o materiálech a informací o zdrojích, což vede k menšímu počtu chyb a informovanějším rozhodnutím.</p> <ul style="list-style-type: none"> Vytvořit základní model pro demolici nebo zásadní rekonstrukci stávajících budov, který pomůže snadno zajistit soupis materiálu a definovat kroky dekonstrukce.
Řešení na bázi biologických materiálů		<ul style="list-style-type: none"> Upřednostňovat materiály na bázi biologického materiálu, které lze po skončení životnosti kompostovat Zvážit přírodní nebo dřevěné řešení pro konstrukci. 	<p>Definovat požadavky na použití dalších bioproduktů. V případě dřevěných výrobků lze požadovat certifikáty FSC a PEFC</p>	<p>Zvážit využití bioproduktů ze staveniště nebo umožnit jejich využití pro místní komunitu (např. dřevo z pokácených stromů, tráva)</p>	<p>Řídit se plánem provozu a údržby, který by měl obsahovat technické pokyny pro údržbu dřevěných a biologických výrobků</p>	<p>Případně zvážit využití odpadového hospodářství, které umožní přírodě blízkou recyklaci (např. kompostování odpadních rostlin, energetické využití pomocí bioplynové stanice)</p>

CirCon4Climate



Členové konsorcia:



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

<https://www.euki.de/en/>

Za názory uvedené v této publikaci nese výhradní odpovědnost autor (autoři) a nemusí vyjadřovat názory Spolkového ministerstva hospodářství a ochrany klimatu (BMWK).

