

Stavební a technologická opatření vedoucí k úsporám energie a adaptaci budovy na změnu klimatu

1. Úvod

Možností stavebních a technologických opatření pro zvýšení úspor energie je opravdu mnoho, od nejzákladnějších (zateplení, výměna výplní otvorů), až po ta nejsložitější, realizovaná na náročných technologiích či technologických celcích.

Kapitola uvádí stručné informace o možnostech snížení spotřeby energie a konceptu jejich návrhu. Tento koncept je základním pilířem zpracování energetického auditu, jakožto i základním pilířem energetického managementu budovy či hospodářství.

Instalaci jakéhokoliv úsporného opatření je potřeba předem zvážit. Některá opatření nevyvolávají v běžném prostředí žádné problémy či defekty, proto jejich instalaci lze považovat za naprosto bezpečnou – tímto opatřením je např. instalace perlátorů pro úsporu vody z výtokových armatur.

Neodborná instalace opatření, která mají vliv na snížení energetické náročnosti se mohou velice negativně projevit na provozu budovy, ať již z pohledu nedostatečné technologické kapacity (výrobní budovy, budovy s významnou technologií) či z pohledu energetické náročnosti, provozních nákladů a vnitřního prostředí budovy.

1.1. Principy

Z důvodu odlišnosti staveb není možné jednoduše stanovit možná opatření pro snížení energetické náročnosti. Před samotným návrhem by měla v rámci energetického managementu budovy či celého hospodářství proběhnout prvotní analýza energetické náročnosti prováděných činností, a teprve na základě této analýzy dojít k návrhu vhodných opatření, přinášející kýžený benefit nejen v podobě úspor energie a zvýšení energetické soběstačnosti, ale i v podobě snížení nákladů za provoz.

Úsporná opatření je možné rozdělit několika způsoby, pro investora je pravděpodobně nejzajímavější rozdělení na základě investiční náročnosti. Takto lze opatření dělit na opatření:

- **Beznákladová**
Do těchto opatření patří možnosti v podstatě nevyžadující žádnou znatelnou investici do budovy. Krásným příkladem těchto opatření je např.:
 - o zavedení energetického managementu vč. kontroly a regulace provozu
 - o instalace úsporných opatření na spotřebě vody (perlátory pro snížení průtoku vodovodní baterií, instalace úsporných splachovadel toalet)
 - o optimalizace odběrných míst energie (jedná se vyloženě o opatření generující úsporu provozních nákladů, ne úsporu energie)
- **Nízkonákladová**
V této skupině jsou již opatření, umožňující dlouhodobější přínos za vyšší investice. Příkladem tohoto opatření je u většiny budov např. prostá výměna osvětlení či výměna zastaralého zdroje tepla.
- **Vysokonákladová**
Tato skupina obecně sdružuje opatření, jejichž přínos je sice ze všech opatření standardně největší, čemuž však odpovídá i finanční náročnost. Realizací těchto opatření je možné zpravidla dosáhnout výrazných úspor až v druhé polovině jejich ekonomické životnosti, na druhou stranu se však jedná o vesměs opatření, které přinášejí i několik doplňkových benefitů, které obecně nelze finančně vyčíslit.
Mezi tato opatření patří:

- Zateplení a výměna výplní v budovách (doplňkovým benefitem je vytvoření optimálního prostředí v budově a získání kvalitního vnitřního prostředí)
- Instalace systému nuceného větrání s rekuperací tepla (doplňkovým benefitem je snížení hluku a z okolí, trvalé snížení koncentrace CO₂, snížení prachu z venkovního prostředí, apod.)
- Realizace systémů rekuperace tepla u výrobních budov
- Technologická opatření (doplňkovým benefitem je např. snížení zátěže hlavních technologií a následně úspora na jejich obnově, apod.)

2. Stavební a technologická opatření¹

Neboť se klimatická změna negativně projevuje nejen na kvalitě vnitřního prostředí, ale i na kvalitě prostředí v okolí budovy (městského prostředí) je vhodné realizovat na budovách taková opatření, která povedou k zajištění optimálního stavu.

Renovace budov a jejich přizpůsobení se změně klimatu je vždy složitější nežli navržení novostavby, která je přizpůsobena změně klimatu, neboť jsou jednotlivá adaptační opatření omezena možnostmi stávající budovy, jejího charakteru a umístění.

V podstatě se dá říci, že budova a její okolní prostředí ovlivňuje nejen vnitřní pohodu v budově, ale také možnosti, jak docílit jejího zlepšení. Vždy je proto důležité mít na paměti, že při návrhu opatření na konkrétní budovu, by měly být brány v potaz samotné náklady na opatření a přínosy, který pro budovu mohou mít.

Vhodným návrhem souboru opatření může být dosaženo kvalitního vnitřního prostředí i při letních tropických vedrech, a to při přípustných investičních nákladech pro majitele budovy.

Základem pro realizaci opatření je analýza stavu budovy, která definuje základní opatření (včetně investičních nákladů) a jejich kombinaci tak, aby bylo dosaženo efektivního poměru mezi přínosy a náklady investice.

Níže jsou uvedena stavební a technologická opatření popsaná v této kapitole.

- 1. Zateplení budovy
 - Obálka a střecha budovy
 - Okna a prosklení
- 2. Ochrana proti slunečnímu záření
 - Stínící prvky (vnější)
- 3. Technologie
 - Chlazení a vzduchotechnika

Výše uvedená opatření jsou popsána obecným způsobem. V praxi lze jednotlivá opatření realizovat jak samostatně, tak v synergii s dalšími opatřeními. Tím lze docílit většího koncového efektu. Část opatření je pak podmíněna předchozí realizací stavebních opatření, neboť jinak by byla ekonomicky neefektivní. Příkladem může být instalace tepelného čerpadla, které by bez rekonstrukce obálky a střechy budovy bylo ekonomicky nevýhodné.

Jednotlivá opatření není možné plošně realizovat na všech budovách, vždy je nutné přihlídnout k charakteru budovy a jejího omezení. V určitých případech může být realizace opatření technicky proveditelná, avšak přínos opatření může být minimální. Vždy je proto nutné návrh opatření přizpůsobit technickým podmínkám konkrétního projektu či budovy. Důležitým faktorem jsou také stavební předpisy a památková ochrana.

2.1. Zateplení budovy

Cílem zateplení obálky budovy by měla být realizace komplexních opatření, které zajistí tepelně izolační standard obálky budovy včetně výplní otvorů na úrovni hodnot doporučených pro pasivní domy (uvedených v tabulce 3 ČSN 730540-2:2011, **SK**).

¹ Kapitola je převzata z dokumentu *Adaptace domů na změnu klimatu* (Malý, 2019)

2.1.1. Obálka a střecha budovy

- Izolace podlahové plochy
 - Provedení izolace se odvíjí od prostorových možností (např. požadavek na minimální zvýšení podlahy s ohledem na dveře/francouzská okna a podobně).
 - Důležitým prvek je také podsklepení objektu. Je možné využít tenké vakuové izolace podlahy, přírodních kamenných vln, pěn a polystyrénů (šířka izolace 10 – 20 cm). To vše má velký vliv na cenu investice.
 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. 0,22 W/m² K (pro pasivní domy), nezateplené případně nedostatečně zateplené podlahy mají hodnotu 0,3 - 3 W/m² K. Dosahuje-li budova doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
- Zateplení obálky budovy.
 - Snižuje pohlcení slunečního záření obálkou budovy během letních měsíců. Provedení izolace se odvíjí od tvaru objektu (např. členění objektu, lodžie, balkóny, okna, dveře/francouzská okna a podobně). Zároveň je možné využít velké množství izolačních materiálů (tloušťka izolace obvodových zdí: 15 – 30 cm).
 - Celková tloušťka zdi a izolace by však neměla přesahovat 80 cm, proto je vhodné u starších domů využít vysoce účinné tenké izolace.
 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. 0,18 W/m² K (pro pasivní domy), nezateplené případně nedostatečně zateplené stěny objektu mají hodnotu nejčastěji v rozmezí 0,5 – 1,5 W/m² K. Dosahuje-li dům doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
- Zateplení střechy
 - Zateplení střechy má pozitivní vliv zejména na spotřebu energie na vytápění. Druhým benefitem je snížení pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců.
 - Problematické jsou střechy s velkým sklonem (nad 30°), neboť mají větší ochlazenou plochu a není technicky možné dotěsnit jednotlivé detaily střechy a dochází ke vzniku tepelných mostů (dochází k úniku až ¼ tepla z domu).
 - Vhodným řešením jsou pultové střechy vytvářející nakloněnou rovinu dobře využitelnou pro solární panely. Při rekonstrukci je nutné posoudit stávající stav konstrukce a navrhnout správné řešení. Tloušťka izolace by měla být 35 – 40 cm, přičemž lze využít širokého spektra izolací a způsobu jejich ukládání (např. foukání a podobně).
 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. 0,18 W/m² K (pro pasivní domy), nezateplené případně nedostatečně zateplené střechy objektu mají hodnotu 0,4 – 1,5 W/m² K. Dosahuje-li dům doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
- Střecha - Zásyp štěrkem (kačírkem, speciálním kamenivem)
 - Zásyp střechy kačírkem/kamenivem má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat (závisí na výšce vrstvy, barvě, frakci a odrazivosti).
 - Napomáhá také ke snížení tepelné ztráty konstrukce, neboť tvoří další vrstvu omezující ztráty tepla z objektu. Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou zásypu může být docíleno i snížení teploty v blízkém okolí střechy o 1 - 5 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy se zásypem se pohybuje v rozmezí 5 – 20 °C.
 - Požadavek je na únosnost podkladu/střechy 70 - 150 kg/m² (v závislosti na typu a tloušťce zásypu), přičemž je možné využít střechy až do sklonu 30 %.
 - Vždy ale pozor na místní regulativ, který může určovat jak sklon, tak materiál, i barevný odstín střechy.
- Střecha - Barva/odrazivost střešní konstrukce
 - Využití speciálních barev nebo povlakových izolací/fólií s velmi světlou barvou lze docílit vysoké odrazivosti střechy (bílé povrchy mají odrazivost okolo 0,85 SRI, tmavé okolo 0,1 SRI), což má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat. Zvýšená odrazivost světla, tedy i UV záření zvyšuje životnost střešních materiálů.
 - Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou barvy/odrazivosti může být docíleno i snížení teploty nad střechou objektu o 1 - 10 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy se speciálním povrhem a barvou se pohybuje v rozmezí 5 – 40 °C.

- **Střecha - Vhodný materiál střešní krytiny**
 - Vhodná střešní krytina (materiál, ze které je vyrobena, barva krytiny, sklon střechy a podobně) má pozitivní vliv zejména na pohlcení slunečního záření střechou během letních měsíců, neboť jej pomáhá omezovat.
 - Zvýšená odrazivost světla, tedy i UV záření zvyšuje životnost střešních materiálů. Střešní krytina by měla být vybírána s ohledem na konstrukci stavby, lokalitu umístění a také na využití podkrovní/vrchního patra objektu.
 - Dalším benefitem je i vliv na mikroklima v okolí budovy, kdy správnou volbou barvy/odrazivosti může být docíleno i snížení teploty nad střechou objektu o 1 - 5 °C, neboť rozdíl v teplotě rozpálené střechy a střechy s vhodným materiálem střešní krytiny se pohybuje v rozmezí 1 – 20 °C.
 - Existuje velké množství druhů střešních krytin (v závislosti na typu střechy). Mezi nevhodné krytiny s ohledem na změnu klimatu můžeme zařadit (vždy ale záleží na návrhu a řemeslném provedení) zejména plechové a asfaltové střešní krytiny (zejména kvůli velké tepelné vodivosti a barvě/barevné nestálosti).
 - Za nejvhodnější pak můžeme považovat střechy s kačírkem/kamenivem a zelené střechy.

Výše uvedená opatření zaměřená na vnější podobu střechy (Zásyp střechy, barva a odrazivost, vhodný materiál krytiny) jsou pro přehlednost rozdělena. Mají však velkou synergii, neboť při komplexním navržení podoby střechy, by se měla daná opatření doplňovat/vzájemně prolínat. Vždy ale musí být brán zřetel na místní regulativ, který může určovat jak sklon, tak materiál, i barevný odstín střechy.



Obrázek 1 Zateplení objektu (zdroj: vlastní)

2.1.2. Okna a prosklení

Cílem opatření je úprava zasklení budovy s ohledem na optimalizaci k efektivnímu využití slunečního záření v zimě a současně nezpůsobení přehřívání interiéru v létě. Instalace trojitého zasklení s $U_g \leq 0,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a upravenou solární propustností dle orientace na světové strany ($g = 0,38 - 0,65$) je možná s využitím speciálních zasklení s proměnnou solární a spektrální propustností či možnostmi její změny uživatelem.

Doporučená opatření:

- Izolační trojsklo s inertním plynem
 - Kvalitní okno má pozitivní vliv zejména na spotřebu energie na vytápění. Druhým benefitem je snížení pohlcení slunečního záření okny a dalšími předměty v interiéru během letních měsíců. Izolační trojsklo s inertním plynem („netečný“ plyn, který oknům dává lepší izolační vlastnosti než pouhý vzduch) má velmi dobré tepelně izolační parametry.
 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla je min. 0,8 W/m² K (pro pasivní domy), starší ale i stávající jednoduchá/dvojitá/špaletová okna mají hodnotu 1,5 – 4 W/m² K. Dosahuje-li okno doporučené hodnoty, není třeba opatření realizovat.
 - Vždy ale pozor na místní regulativ a památkovou ochranu, která může stanovovat, tvar a podobu oken. Ve většině případů se však vždy dá najít řešení, které umožňuje aplikaci kvalitního okna s dodržением všech požadavků na památkovou ochranu.
- Solární propustnost
 - Různé druhy fólií/speciální skla mají pozitivní vliv na snížení pohlcení slunečního záření okny a dalšími předměty v interiéru během letních měsíců. Jednoduchá okna, okna s izolačními dvojskly mají absolutní intenzitu tepelného toku v rozmezí 400 – 700 W/m² (jižně orientovaná), zatímco okna s kvalitní protisluneční ochranou dosahují hodnot okolo 200 W/m². Solární propustnost je tak možné snížit až na hodnotu okolo 20 %.
 - Zatím co v zimě, jsou tepelné zisky žádoucí, v letním období (zejména jižní a západní okna) nikoli, neboť budovu přehřívají. Využití fólií/speciálních skel se proto u pasivních domů mnohdy nedoporučuje z důvodů snížení tepelných zisků v zimě. Místo toho je kladen důraz na instalaci exteriérových žaluzií/rolet/okenic/slunolamů, které v létě odstíní sluneční záření, v zimě ho však pustí okny dovnitř budovy.

2.2. Ochrana proti slunečnímu záření

Zajištění protichůdných požadavků na okna (více energie v zimě, méně v létě) je možné především návrhem vhodných stínících prvků – pasivních (bez možnosti změny polohy) či aktivních (s možností změny polohy či rozsahu stínění) ochrany proti slunečnímu záření. K tomuto účelu lze využít i vegetaci v okolí domu, případně investovat do zelených fasád.

Opatření se zaměřuje na aplikaci stínících prvků a stanovení jejich vlastností na základě posouzení stability místnosti v letním období s požadavkem na maximální vzestup teploty vnitřního vzduchu v interiéru budov (dle ČSN 73540-2:2011 pro obytné budovy max. 27 °C).

- Stínící prvky - Externí žaluzie, rolety, okenice
 - Exteriérové (vnější) žaluzie/rolety/okenice/slunolamy snižují tepelný zisk objektu přijímaný skrze okna, neboť umožňují odstínění přímého slunečního záření se zachováním požadavků na denní osvětlení místností. Oproti tomu existují i řešení, která propouštějí denní světlo do interiéru v malém množství. Zde ale vždy záleží na požadavcích majitelů.
 - U pasivních stínících prvků je klíčovým prvkem člověk, který s nimi nakládá. Aktivní stínící prvky jsou pak automaticky ovládány a regulují odstínění slunečního záření v závislosti na předem přednastavených hodnotách a aktuálního počasí. Po započtení vlivu užívání se reálná účinnost snížení tepelné zátěže pohybuje v rozmezí 50 – 80 %. Trh poskytuje velké množství řešení s rozličnými způsoby zabudování (přímo na fasádu objektu, skryté v rámci zateplovacího systému a podobně).
 - Stínící prvky je vhodné aplikovat zejména na jižní a západní fasády. Vnitřní stínící prvky pak nejsou doporučovány, neboť dosahují velmi nízkých účinností stínění (5 – 25 %).
 - Vždy ale pozor na místní regulativ a památkovou ochranu, která může aplikaci vnějších stínících prvků znemožnit. Jedinou možností, jak odstínit přímé sluneční záření tak mohou být vnitřní žaluzie případně jiné stínící prvky.



Obrázek 2 Stínící prvky (zdroj: vlastní)

- Pasivní stínící prvky – Překrytí (markýzy)
 - o Různé druhy překrytí (markýzy a podobně) snižují tepelný zisk objektu přijímaný skrze okna (nejčastěji pak francouzská okna), neboť umožňují odstínění přímého slunečního záření. Reálná účinnost snížení tepelné zátěže pohybuje v rozmezí 25 – 35 %. Jedná se o relativně jednoduché a levné řešení, které umožňuje ochranu teras před slunečním zářením, čímž snižuje i tepelné zisky oken/francouzských dveří.
 - o Využití markýz na bytových domech a veřejných budovách je však problematické, uplatnitelné jsou zejména na rodinných domech.

2.3. Technologie

V rámci oblasti technologií jsou zařazeny opatření cílící na zajištění vhodné kvality vnitřního prostředí (koncentrace CO₂ vlhkosti a ostatních škodlivin ve vnitřním prostředí, tepelná pohoda v objektu, využití vody) a opatření zaměřující se na využití obnovitelných zdrojů energie.

2.3.1. Chlazení a vzduchotechnika

Opatření se zaměřuje na instalaci různých druhů řízeného větrání k dosažení kvality vnitřního prostředí z pohledu koncentrace CO₂ vlhkosti a ostatních škodlivin ve vnitřním prostředí, zejména včetně využití tzv. nočního předchlazení v letním a přechodném období. Snahou by mělo být přednostní využití pasivních prvků ochrany budovy (stínící prvky, zateplení budovy, prosklení oken) a tím redukovat či zcela eliminovat nutnost aplikace systému řízeného větrání.

- Centrální chlazení.
 - o Instalaci centrálního chlazení (klimatizace) lze docílit snížení tepelné zátěže (teploty v °C) v objektu. Instalaci systému však musí vždy předcházet využití stavebních úprav (stínící prvky, zateplení, okna a podobně), aby mohl být potřebný výkon jednotky co nejmenší. Chlad lze v budově distribuovat vzduchem (vzduchovody, což je v podmínkách ČR nejběžnější způsob), vodou (vodním potrubím), chladivem (chladivovým potrubím - pro renovaci budov nejjednodušší způsob) či jejich vzájemnou kombinací. Z hlediska prostorových nároků jsou nejnáročnější vzduchové systémy, nejméně pak rozvody chladiva.
 - o Vzduchové systémy umožňují řízené větrání (vytápění, chlazení, vlhčení, odvlhčování, apod. dle podmínek a požadavků). Dodávku chladu zajišťuje centrální zdroj s větracími jednotkami. Systém je omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit a také svoji prostorovou náročností.
 - o U chladivového systému jsou jednotlivé místnosti vybaveny vnitřními chladicími jednotkami a rozvody chladiva zajišťují propojení s venkovními jednotkami (kondenzátory, které odvádějí teplo). Venkovní jednotky jsou však relativně hlučné, je proto nutné zvážit jejich vhodné umístění.
 - o Existuje velké množství systémů využívající různé zdroje chladu a rozvodu chladiva. Vždy je nutné zohlednit možnosti objektu, jeho stav a potřeby uživatelů. Od druhu instalovaného systému se také liší i cena.
- Absorpční nebo adsorpční chlazení.

- Absorpční nebo adsorpční chlazení funguje obdobným principem jako klasické chladicí systémy využívající elektřinu ke svému chodu. Nespoteblovávají však elektřinu, nýbrž teplo. Vhodné jsou zejména na objektech, kde je možné využít přebytečné/odpadní teplo případně je efektivní využít solární termické systémy.
- Jedná se o chladivové systémy kdy jsou jednotlivé místnosti vybaveny vnitřními chladicími jednotkami a rozvody chladiva zajišťují propojení s venkovními jednotkami (kondenzátory, které odvádějí teplo).
- Užití absorpčního nebo adsorpčního chlazení je u rodinných a bytových domů v podmínkách ČR komplikované (téměř vzácné) s ohledem na vyšší investici (až 80%), nutnost dodávky tepla a větší prostorové nároky. Oproti tomu je jejich provoz levnější.
- Rekuperační větrací jednotka.
 - Rekuperační jednotka je větrací zařízení s rekuperátorem a ventilátory, která zajišťuje odvod vzduchu mimo objekt a jeho nahrazení čerstvým, ohřátým (v létě ochlazeným) vzduchem. Rekuperátor zajišťuje, že v zimě odváděný teplý vzduch v rekuperátoru ohřívá přiváděný studený čerstvý vzduch, čímž snižuje spotřebu energie na vytápění.
 - Rekuperační jednotky snižují vlhkost (vhodné i pro starší domy po rekonstrukci). Důležitým požadavkem na rekuperační jednotku je objem vzduchu, který je jednotka schopná vyměnit.
 - V závislosti od velikosti objektu a počtu místností, lze instalovat jak lokální, tak centrální jednotky o výkonech od 15 m³ – 1 000 m³/h. Systém je tak omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit a také svoji prostorovou náročností.
 - Pro místnost o velikosti 20 m² je potřeba vyměnit 20 - 30 m³ vzduchu za hodinu (v závislosti podle užívání místnosti a počtu osob). Nevýhodou rekuperačních jednotek je jejich omezený provoz při nízkých teplotách (-5 °C a méně).
- Centrální vduchotechnika.
 - Vzduchotechnika zajišťuje výměnu vzduchu a zajištění jeho požadované kvality (teplota, koncentrace CO₂ a podobně) v celém objektu případně v jeho dílčích částech. Lze instalovat jak centrální vzduchotechniku (zajišťuje výměnu vzduchu v celém objektu) nebo lokální vzduchotechniku (pro jednotlivé místnosti) kdy přívod i odvod vzduchu jsou řešeny samostatně pro každou jednotku.
 - Důležitým požadavkem na vzduchotechniku je objem vzduchu, který je jednotka schopná vyměnit a upravit na požadovanou kvalitu.
 - V závislosti od velikosti objektu a počtu místností, lze instalovat jak lokální, tak centrální jednotky o výkonech od 15 m³ – 1 000 m³/h. Systém je tak omezen množstvím vzduchu, který je možné vyměnit a také svoji prostorovou náročností.
 - Pro místnost o velikosti 20 m² je potřeba vyměnit 20 - 30 m³ vzduchu za hodinu (v závislosti podle užívání místnosti a počtu osob). Pokud je na vzduchotechniku napojeno i strojní chlazení, je důležité zohlednit i orientaci místnosti na světové strany, obzvláště v případě, kdy chceme zajistit požadovanou teplotu i během horkých letních dní. Pak je třeba počítat s větším množstvím přiváděného ochlazeného vzduchu.
 - Častým řešením je odvětrání domů podtlakovým větráním pomocí větrací jednotky s automatickou regulací, která zajišťuje konstantní podtlak pro výměnu vzduchu.

Supported by:



based on a decision of the German Bundestag

3. Příklady praxe

Velké množství možných úsporných opatření vč. jejich dopadu na energetickou náročnost budovy a základní ekonomické zhodnocení lze nalézt v online verzi katalogu úsporných opatření (<http://kataloguspor.cz/>).

V tomto katalogu jsou uvedena nejen opatření pro snížení energetické náročnosti průmyslových staveb, ale též staveb rezidenčních a veřejných staveb.

Doplnit SK

Supported by:



based on a decision of the German Bundestag

Literatura

Malý, V. a kolektiv. Adaptace domů na změnu klimatu, Agentura Koniklec, 2019