



ANALÝZA POTENCIÁLU KOMUNITNÍ A LOKÁLNÍ ENERGETIKY

Vyčíslení technického a ekonomického potenciálu

únor 2023

ZHOTOVITEL

EGÚ Brno, a. s.

OBJEDNATEL

Ekoport z.s.

ČÍSLO SMLOUVY

Objednatel: TK04010028-V5

Zhotovitel: 22 129

NÁZEV

Analýza potenciálu komunitní a lokální energetiky

ZPRACOVALI

Jana Hostačná

Matěj Hrubý

Petra Kostrhounová

Pavel Liedermann

Petr Modlitba

Dominik Řezník

Milan Šimoník

Jan Toufar

Jakub Uher

Jiří Weber

a kolektiv EGÚ Brno, a. s.

OBSAH

Manažerské shrnutí	7
1 Úvod	9
2 Postup zpracování	10
2.1 Metoda stanovení technického potenciálu	10
2.2 Metoda stanovení ekonomického potenciálu	11
2.3 Varianty rozvoje	12
3 Řešené typy komunit	16
3.1 Bytový dům	16
3.2 Malá obec	18
3.3 Město 20	
3.4 Průmyslový areál	21
3.5 Zemědělské družstvo	23
3.6 Shrnutí typů komunit	24
4 Fotovoltaické elektrárny	26
4.1 Technický potenciál	26
4.2 Ekonomický potenciál	28
4.3 Shrnutí	31
5 Větrné elektrárny	33
5.1 Technický potenciál	34
5.2 Ekonomický potenciál	38
5.3 Shrnutí	42
6 Plynové zdroje	43
6.1 Technický potenciál	43
6.2 Ekonomický potenciál	45
6.3 Shrnutí	47
7 Zdroje spalující biomasu	49
7.1 Technický potenciál biomasy	50
7.2 Ekonomický potenciál biomasy	51
7.3 Shrnutí potenciálu biomasy	53

7.4	Bioplyn a zemědělská družstva	55
8	Tepelná čerpadla	57
8.1	Technický potenciál	57
8.2	Ekonomický potenciál	60
8.3	Shrnutí	62
9	Řízení spotřeby	64
9.1	Technický potenciál	65
9.2	Ekonomický potenciál	70
9.3	Shrnutí	72
10	Flexibilita	74
10.1	Technický potenciál	74
10.2	Ekonomický potenciál	75
10.3	Shrnutí	75
11	Řízení a nabíjení elektromobility	77
11.1	Počty vozidel a jejich průměrná denní spotřeba	77
11.2	Typy nabíjení	79
11.3	Nabíjecí křivky	79
11.4	Technický potenciál	82
11.5	Ekonomický potenciál	86
11.6	Shrnutí	91
12	Bateriová akumulace	95
12.1	Technický potenciál	95
12.2	Ekonomický potenciál	99
12.3	Shrnutí	101
13	Technologie P2X	102
13.1	Power to heat (P2H)	102
13.2	Power to gas (P2G)	108
13.3	Shrnutí	114
14	Dodatečný potenciál	117
14.1	Ekonomický potenciál	119
15	Shrnutí potenciálu	121

MANAŽERSKÉ SHRNUÍ

Provedené analýzy měly za cíl stanovit technický a ekonomický potenciál komunitní energetiky v České republice. Řešení je součástí grantového projektu TAČR, OP Théta, 4. VS TK0410028. Studie byla vyhotovena v období, kdy pojem komunitní energetika není ukotven v českém právním prostředí. Uváděné hodnoty technického a ekonomického potenciálu ze své podstaty nepredikují budoucí stav komunitní energetiky v ČR, pouze ukazují mantinely možného rozvoje. Rozmach komunitní energetiky bude přitom do velké míry ovlivněný právním prostředím a dotačními pobídkami.

I když se studie zaměřuje na analýzu technického a ekonomického potenciálu, pro stanovení zdrojové přiměřenosti byl proveden také výhled výroby elektřiny v rámci komunitní energetiky. Zdůrazňujeme, že podoba komunitní energetiky a míra jejího rozvoje bude určena především legislativně-regulatorním prostředím a dotačními mechanismy. Tím nejrozšířenějším zdrojem pro komunitní energetiku bude pravděpodobně fotovoltaika. Instalace budou realizovány zejména na střeších bytových domů nebo municipálních objektů případně plochách municipalitami vlastněnými. Do roku 2030 očekáváme, že v rámci komunitní energetiky bude provozován výrobní výkon fotovoltaiky 1 až 2 GW. K rozšíření dojde také u větrné energie, která bude legislativním prostředím ještě více ovlivněná (například stanovení go-to a no-go oblastí). Pokud se podaří zkrátit povolovací procesy alespoň na dobu pěti let, očekáváme do roku 2030 instalovaný výkon větrné energetiky v komunitách v rozmezí 100 až 200 MW. Významnější přírůstky čekáme spíše po roce 2030. Celkově očekáváme, že se v komunitní energetice v roce 2030 může při souhrě okolností vyrobit okolo 1,5 až 2,5 TWh elektřiny.

Potenciál komunitní energetiky je zkoumaný pro pět typů komunit, u kterých se očekává nejdynamičtější rozmach. Konkrétně se jedná: o bytové domy, malé obce, města, průmyslové areály a zemědělská družstva. Je potřeba zdůraznit, že komunita obce či města v sobě zahrnuje pouze municipální objekty. Byly však provedeny dodatečné odhady, které nabízejí potenciál také v rámci širší městské nebo obecní komunity, zastoupené například soukromým sektorem. Pro správné porozumění výsledkům je potřeba chápat technický potenciál jako maximum využití aktivity z pohledu technických, fyzikálních a systémových dispozic pro daný typ komunity. Ekonomický potenciál pak představuje maximální technický potenciál po omezení daných bilancí nákladů a výnosů (výpočet doby návratnosti) a je řešen variantně.

V rámci řešených technologií byl důraz na ty obnovitelné zdroje, u kterých se očekává v budoucnu největší rozmach. Součástí jsou pak i kogenerační jednotky, které obnovitelné zdroje doplňují svou flexibilitou. Mozaiku dále doplňují aktivity vhodné pro řízení toků elektřiny. Konkrétně jsou řešeny následující technologie a procesy: fotovoltaické elektrárny, větrné elektrárny, plynové zdroje, zdroje spalující biomasu, tepelná čerpadla, řízení spotřeby, flexibilita, řízení a nabíjení elektromobility, bateriová akumulace, P2X. Toto shrnutí se zaměřuje pouze na ty technologie, respektive opatření, které jsou nejperspektivnější.

Jednoznačně, a nikoliv překvapivě, zaslouží největší pozornost fotovoltaika, která má značný potenciál (nejenom technický, ale i ekonomický). U bytových domů je technický potenciál

fotovoltaiky 2 350 MW a ekonomický potenciál u střední varianty dosahuje 1 400 MW. Velký technický potenciál mají také tepelná čerpadla, byť ekonomický potenciál snižuje nízká návratnost. Pozornost zasluží i nepřímé řízení spotřeby a potom také využívání elektromobilů, ať už půjde o využívání kapacity jejich baterie nebo o řízení toku energie v rámci nabíjení.

U malých obcí dosahuje technický potenciál fotovoltaiky 475 MW (pouze municipální objekty). Pokud by byla komunita rozšířena o další objekty soukromého vlastnictví, technický potenciál se navýší na 1 800 MW. Na rozdíl od bytových domů připadá do úvahy i využívání větrných elektráren, nicméně to je spojené s komplikacemi. Jejich instalace je spojena s vysokou investiční náročností, násobně převyšující obecní rozpočty. Větrníky se typicky instalují o výkonu 3 až 4 MW. To znamená výrobu výrazně převyšující spotřebu obecní komunity (navíc lze předpokládat, že větrník nebude pouze jeden) – toto platí i pokud bude větrný park společný pro více obcí, stejně jako bylo řešeno v rámci výpočtu. Technický potenciál přesto dosahuje 710 MW. Značný technický potenciál je také u bateriové akumulace, který však naráží na nepříznivou rentabilitu.

Potenciál komunitní energetiky u měst je co do hodnot instalovaného výkonu větší než u obcí, což je dáno zejména větší rozlohou, počtem obyvatel nebo počtem objektů. Pro fotovoltaiku to pro střední variantu znamená technický potenciál (při zohlednění soukromých objektů) 3 300 MW a ekonomický potenciál 2 800 MW. Stejně jako u obcí nebo jiných typů komunit je důraz kladen na využívání střech pro fotovoltaiku, nicméně výpočet také zohledňuje přilehlé plochy – nejsou však uvažovány velké solární parky například na zemědělské půdě. Technický potenciál biomasy je 280 MW a například nepřímé řízení spotřeby dosahuje na roční úrovni okolo 29 GWh.

Komunita průmyslových areálů má obecně větší hodnoty potenciálu v technologiích, které zajišťují dodávky tepla, což jsou kogenerační jednotky, tepelná čerpadla nebo biomasové kotle. Tepelná čerpadla mají technický potenciál 507 MW. Také technologie Power to Heat má u průmyslových areálů větší využití a technický potenciál dosahuje 1 500 MW. Optikou ekonomického potenciálu se jedná o nulové hodnoty (vyjma maximální varianty). Často skloňovaná fotovoltaika má u střední varianty potenciál 1 100 MW a ekonomický potenciál je 570 MW.

Posledním a relativně specifickým typem komunity jsou zemědělská družstva. Oproti jiným typům komunit jsou však početně méně zastoupená, což má přímý dopad na hodnoty potenciálu. Fotovoltaika má technický potenciál okolo 220 MW. Jinak však lze konstatovat, že ve srovnání s ostatními typy komunit jsou zemědělská družstva spíše na periferii důležitosti.

Pro lepší seznámení se strukturou celé zprávy nabízejí úvodní kapitoly 2 a 3 metodologický úvod, kdy čtenáře seznamují s postupem řešení a následně definují jednotlivé typy komunit (kapitola 3). Následující kapitoly se postupně věnují řešeným technologiím. Kapitola 14 doplňuje dodatečný potenciál pro malé obce a města, když nejsou řešeny pouze municipální objekty v rámci komunity. Kapitola 15 formou tabulek shrnuje výsledky technického i ekonomického potenciálu všech typů komunit.

1 ÚVOD

Vypracované analýzy zaměřené na technický a ekonomický potenciál komunitní energetiky jsou součástí grantového projektu TAČR, OP Théta, 4. VS TK0410028. Projekt je řešen v období, kdy se připravuje legislativní ukotvení pojmu „komunitní energetika“ do českého právního prostředí a zároveň se očekává aktualizace Vnitrostátního klimaticko-energetického plánu či Státní energetické koncepce. Analýzy provedené v této studii mají za cíl ukázat, jaký potenciál komunitní energetika v českých podmínkách nabízí.

Aktuálnost řešené problematiky spočívá také v kontextu očekávané transformace energetiky. V souvislosti s dekarbonizací a decentralizací energetiky je očekávaný také rozvoj komunitní energetiky. V západních či severovýchodních zemích Evropy mají energetické komunity dlouhou historii a jejich rozvoj lze v krátkodobém horizontu očekávat také v Česku. Podobu komunitní energetiky, a hlavně rychlost rozvoje bude určovat nově přijatá legislativa. Stěžejním výstupem je výsledek technického potenciálu (invariantní), na který navazuje ekonomický potenciál variantně diferencovaný. Zejména, pokud se jedná o technický potenciál, je potřeba mít na zřeteli, že analýzy nezohledňují sociologické proměnné ohledně skutečného zájmu komunitu zřídit a provozovat. Konkrétní typy řešených komunit představují následující odrážky:

- bytový dům,
- malá obec,
- město,
- průmyslový areál,
- zemědělské družstvo.

Pokud se jedná o konkrétní technologie, důraz je kladen na obnovitelné zdroje, které dávají v rámci komunitní energetiky největší smysl. Součástí jsou i kogenerační jednotky, které obnovitelné zdroje doplňují. Součástí jsou také aktivity vhodné pro řízení toků elektřiny.

- fotovoltaické elektrárny,
- větrné elektrárny,
- plynové zdroje,
- zdroje spalující biomasu,
- tepelná čerpadla,
- řízení spotřeby,
- flexibilita,
- řízení a nabíjení elektromobility,
- bateriová akumulace,
- P2X.

2 POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Nezbytným pro celou studii je unifikovaný náhled na komunitní energetiku jako takovou. Přestože na konci listopadu 2022 není tento termín ukotven v českém právním prostředí, návrh novely energetického zákona, který s tímto termínem pracuje, dostupný je. Pro úplnost je potřeba dodat, že se jedná o energetické společenství a společenství pro obnovitelné zdroje (nejedná se o přesný přepis definic).

- Energetická společenství:
 - jsou založena na dobrovolné a otevřené účasti a účinně kontrolována členy nebo podílníky (fyzické osoby, malé podniky, územní samosprávné celky nebo právnické osoby zřizované nebo ovládané územními samosprávnými celky),
 - hlavním účelem není vytvářet zisk, ale poskytovat environmentální, hospodářské nebo sociální přínosy svým členům nebo územím, kde provozují svou činnost,
 - činnostmi jsou výroba elektřiny, spotřeba, sdílení, prodej nebo poskytování dalších energetických služeb svým členům.
- Společenství pro obnovitelné zdroje:
 - jsou založena na dobrovolné a otevřené účasti a účinně kontrolována členy, kteří se nacházejí v blízkosti projektů energie z obnovitelných zdrojů užívaných touto právnickou osobou nebo některým z jejích členů,
 - členy jsou fyzické osoby, malé a střední podniky, územní samosprávné celky nebo právnické osoby zřizované nebo ovládané územními samosprávnými celky,
 - hlavním účelem není vytvářet zisk, ale poskytovat environmentální, hospodářské nebo sociální přínosy svým členům nebo územím, kde provozuje svou činnost,
 - činností je výroba energií z obnovitelných zdrojů, spotřeba, sdílení, prodej nebo poskytování dalších energetických služeb svým členům.

2.1 METODA STANOVENÍ TECHNICKÉHO POTENCIÁLU

Termín technický potenciál je chápán jako maximum využití aktivity z pohledu technických, fyzikálních a systémových dispozic pro daný typ komunity. Preferovaný přístup bottom-up byl aplikován u všech technologií a opatření, kde to bylo možné. Výsledné hodnoty technického potenciálu byly stanoveny následovně:

1. Kvantifikování jednotlivých typů komunit.
2. Přiřazení hodnot spotřeby elektřiny, spotřeby zemního plynu a dalších proměnných jako je například půdorysová plocha objektů k jednotlivým typům komunit.

3. Stanovení technického potenciálu pro jednu typickou komunitu (například dle velikosti průměrné střechy bytového domu je spočítáno, jaká plocha je vhodná pro instalování fotovoltaických panelů, což umožňuje stanovit instalovaný výkon pro jeden bytový dům).
4. V dalším kroku jsou zkoumány omezující podmínky, které znemožňují paušální instalaci na všech kvantifikovaných subjektech (dle bodu 1.).
5. Výsledkem je technický potenciál v energetických či výkonových jednotkách.

Potenciály jednotlivých technologií jsou analyzovány individuálně a nedochází k jejich křížení. To znamená, že když je například řešená kogenerace, nepočítá se zároveň s tepelným čerpadlem a podobně.

2.2 METODA STANOVENÍ EKONOMICKÉHO POTENCIÁLU

Ekonomický potenciál je pojat jako maximální technický potenciál po omezení daných bilancí nákladů a výnosů. Ve většině případů byl proveden výpočet potřebných nákladů a výnosů. Tam, kde to nebylo možné, byl technický potenciál redukován na ekonomický potenciál expertně (nebylo možné stanovit náklady či výnosy, případně náklady a výnosy nehrají pro redukci z technického potenciálu rozhodující roli).

Jestliže byl ekonomický potenciál stanoven na základě výše zmíněné bilance nákladů a výnosů, pak byla provedena redukce technického potenciálu na ekonomický podle závislostí znázorněných na následujícím obrázku. Klíčovou proměnnou v tomto výpočtu je prostá doba návratnosti. Z čistě ekonomického úhlu pohledu je neefektivní investovat technologie, která nejsou rentabilní. Zde je nutné vzít v potaz, že každý subjekt se rozhoduje mezi více druhy investic (nejenom do energetiky) a velký vliv na to má právě rentabilita.

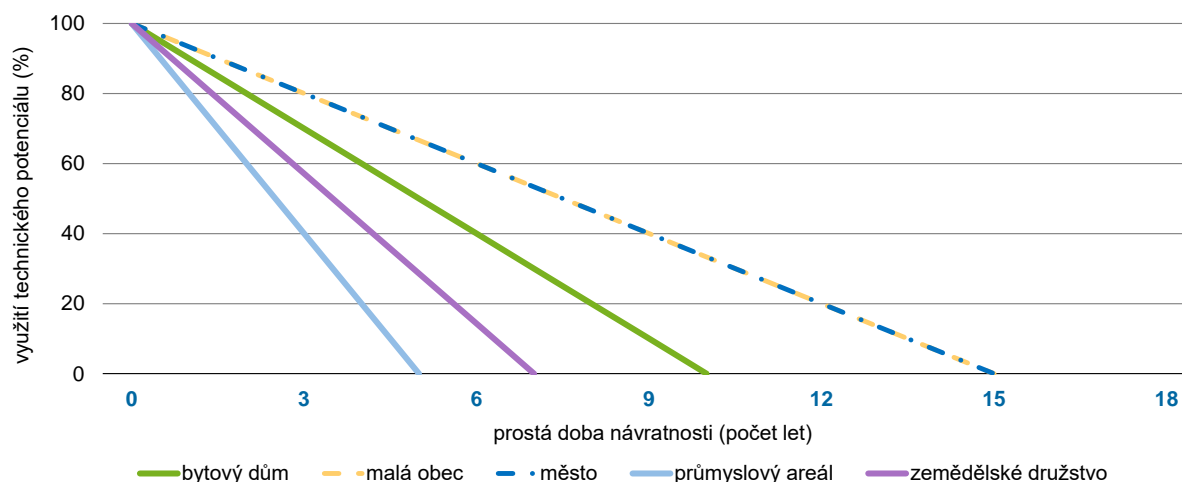
Proto je pro každý řešený typ energetické komunity posuzována prostá doba návratnosti individuálně. Největší tlak na návratnost je v rámci businessového prostředí, což se přímo dotýká průmyslových podniků. Obvykle se preferuje okamžitý efekt a investiční projekty s delší dobou návratnosti nejsou realizovány. Mezní akceptovatelná doba návratnosti průmyslových podniků je stanovena na pět let. U bytových domů se předpokládá, že tlak na návratnost je oproti průmyslu nižší, a proto byla akceptovatelná doba návratnosti stanovena na 10 let. Někde na pomezí stojí zemědělská družstva, která mají relativně specifický charakter. Předpokládá se, že tlak na investiční návratnost nebude stejný jako u průmyslových podniků, na druhou stranu bude tlak vyšší než u bytových domů či municipalit. Minimální požadovaná doba návratnosti je stanovena na sedm let.

Municipality, ať už obce nebo města, pracují obvykle s ještě delšími horizonty návratnosti než předešlé dva subjekty – vyvažují to environmentální nebo sociální přínosy. Obvykle se doba návratnosti pohybuje okolo 15 let. To například platí i pro obec Kněžice, která je typickým příkladem komunitní energetiky a pracovala s dobou návratnosti 15 let. Tato hodnota je tedy uvažována pro obce i města.

Pro lepší představu, takový přepočít znamená, že pokud bude například u bytového domu pro konkrétní technologii stanovena prostá doba návratnosti na pět let, technický potenciál bude

využitý z 50 %. Naopak doba návratnosti přesahující 10 let představuje nulový technický potenciál. Přepočet na ekonomický potenciál pro každý z řešených typů energetických komunit ilustruje následující obrázek.

Obrázek 2.1 Převod technického potenciálu na ekonomický podle návratnosti



Obecnou metodiku postupu výpočtu ekonomického potenciálu shrnují následující odrážky.

- Na základě technického potenciálu je pro každou technologii převzat instalovaný výkon a dle ročního využití je dopočtena výroba elektřiny či tepla (hodnoty uváděné na roční úrovni).
- Dle typů komunit a technologií je stanoveno, kolik elektřiny je uplatněno pro vlastní spotřebu a jaké budou přetoky do sítě.
- Výnosy plynoucí z provozu technologie (typicky výroba elektřiny pro vlastní spotřebu v rámci komunity, případně přetoky do sítě) jsou naceněné. Více v následující podkapitole 2.3.
- Další proměnnou pro výpočet doby návratnosti jsou investiční, případně provozní náklady. Každá technologie je naceněna na základě rešerše a již realizovaných projektů. Součástí CAPEX je zohledněná také investiční dotace ve výši 50 %.
- Výsledkem je doba návratnosti, která v kombinaci s obrázkem 2.1 umožňuje redukcí technického potenciálu na ekonomický.
- Závěrem je také provedeno srovnání, kolik platí daný typ komunity za energie před a po instalaci technologie (respektive zavedení komunitní energetiky).

2.3 VARIANTY ROZVOJE

Technický potenciál je ze své definice (maximum využití aktivity z pohledu technických, fyzikálních a systémových dispozic pro daný typ komunity) řešen invariantě. Vzhledem k proměnným (cena elektřiny a zemního plynu) vstupujících do výpočtu ekonomického

potenciálu je variantnost zohledněná v tomto případě. Taková variantnost umožňuje vytyčit koridor rozvoje jednotlivých technologií v rámci komunitní energetiky.

Zasazení hodnot ekonomického potenciálu do diferencovaného společensko-energetického kontextu v rámci jednotlivých variant je nad rámec řešení této studie. Tím zásadním diferenciačním kritériem jsou koncové ceny elektřiny a zemního plynu (typicky bude komunita odebírat méně elektřiny ze sítě, protože část si vyrobí například ze solárních panelů). Dále je nezbytné dodat, že provedené výpočty potenciálu nejsou vztaženy k nějakému konkrétnímu horizontu (neřeší se výhled počtu jednotlivých typů komunit, více v následující kapitole). Proto byla navržena variantnost koncových cen, aby byly výsledky zobecnitelné pro krátkodobý i dlouhodobý horizont.

Výpočet ekonomického potenciálu zjednodušeně zohledňuje, že elektřinu lze za stanovenou koncovou cenu odebrat ze sítě, případně vyrobit (za výrobní náklady) přímo z vlastního zdroje. Obdobně to platí u zemního plynu, respektive výroby tepla. Následující tabulky ukazují koncové ceny elektřiny i zemního plynu pro jednotlivé typy komunit dle aktuálních regulatorních a legislativních pravidel platných pro kalendářní rok 2023. Uvedené hodnoty spotřeby elektřiny či zemního plynu vyplývají z charakteristiky jednotlivých komunit provedené v následující kapitole.

Tabulka 2.1 Výpočet koncové ceny elektřiny pro typy komunit pro rok 2023

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
sazba / jistič nebo kapacita MW	D02d jistič 3x 80 A	C02d jistič 3x 40 A	C02d jistič 3x 40 A	2,1 MW	C02d jistič 3x 63 A
proměnná cena distribuce (CZK/MWh)	1 611	1 984	1 984	84	1 984
stálá cena distribuce (CZK/měsíc)	523	404	404	354 935	637
platba OTE (CZK/měsíc)	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43
systémové služby (CZK/MWh)	114	114	114	114	114
podpora OZE a KVET (CZK/MWh)	0	0	0	0	0
energetická daň (CZK/MWh)	28	28	28	28	28
cena komodity (CZK/MWh)	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
stálý plat obchodu (CZK/měsíc)	120	120	120	120	120
výsledná koncová cena (CZK/kWh)	7,4	7,6	7,6	5,9	7,6
spotřeba elektřiny komunity (MWh)	22	256	1 280	6 000	300
počet OM komunity	1	18	90	1	14
průměrná spotřeba elektřiny na OM	22	14	14	6 000	21
cena regulovaných složek CZK/rok	51 160	632 220	3 161 100	5 612 860	745 344
cena obchodních složek CZK/rok	111 440	1 305 920	6 529 600	30 001 440	1 520 160
celková cena CZK/rok	162 600	1 938 140	9 690 700	35 614 300	2 265 504

Tabulka 2.2 Výpočet koncové ceny zemního plynu pro typy komunit pro rok 2023

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
pásmo spotřeby	nad 63 MWh (roční odečty)	45 až 63 MWh	45 až 63 MWh	nad 63 MWh (roční odečty)	nad 63 MWh (roční odečty)
proměnná cena distribuce (CZK/MWh)	105	143	143	105	105
stálá cena distribuce (CZK/měsíc)	892	321	321	48 659	521
platné pro počet období	1,0	12,0	12,0	1,0	1,0
platba OTE (CZK/MWh)	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
energetická daň (CZK/MWh)	0	30,6	30,6	30,6	30,6
cena komodity (CZK/MWh)	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
stálý plat obchodu (CZK/měsíc)	109	109	109	120	109
výsledná koncová cena (CZK/kWh)	2,72	2,76	2,76	2,73	2,76
spotřeba plynu komunity (MWh)	110	1 069	5 346	6 000	900
počet OM komunity	1	18	90	1	14
průměrná spotřeba plynu na OM	110	59	59	6 000	64
cena regulovaných složek CZK/rok	22 455	256 801	1 284 178	1 408 426	211 264
cena obchodních složek CZK/rok	276 308	2 696 044	13 482 720	15 001 440	2 268 312
celková cena CZK/rok	298 763	2 952 845	14 766 898	16 409 866	2 479 576

Výše uvedené tabulky obsahují také položku komoditní cena, která je dle platné legislativy na rok 2023 jak u elektřiny, tak také u zemního plynu zastropována. V případě elektřiny je to 5 000 CZK/MWh (bez DPH) a u zemního plynu 2 500 CZK/MWh (opět bez DPH).

Tato položka bude zároveň diferencovaná dle jednotlivých variant, které jsou následující:

- střední varianta,
- minimální varianta,
- maximální varianta.

Komoditní ceny elektřiny i zemního plynu se dostaly během roku 2022 na bezprecedentní hodnoty. Příčin je celá řada, od geopolitické situace a problémů s dodávkami zemního plynu, přes provoz francouzských jaderných elektráren, dlouhodobě nedostatečné tempo rozvoje obnovitelných zdrojů až po často zbrklé uzavírání uhelných (případně i jaderných elektráren) a další. Předpokládá se, že ceny roku 2022 jsou blízko svých maxim a okolo roku 2024 by měly znatelně klesat.

Obecně při výpočtu doby návratnosti platí, že čím je vyšší cena elektřina, tím je kratší návratnost (protože vyšší výnosy z výroby/dodávky). Jelikož už bylo řečeno, že současná situace na komoditních trzích je bezprecedentní a ceny jsou navíc zastropovány, jedná se o maximální variantu. Pro další zbylé varianty jsou hodnoty diferencovány s tím, že varianta minimální má hodnoty nejnižší. Následující tabulka ukazuje vstupy pro výpočet doby návratnosti dle jednotlivých variant.

Tabulka 2.3 Diferenciace variant dle cen komodit (CZK/kWh)

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělský areál
střední varianta					
elektřina - cena komodity	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
výsledná koncová cena	5,86	6,32	6,32	4,69	6,30
plyn - cena komodity	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
výsledná koncová cena	1,72	1,76	1,76	1,73	1,76
minimální varianta					
elektřina - cena komodity	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
výsledná koncová cena	4,61	5,07	5,07	3,44	5,05
plyn - cena komodity	0,875	0,875	0,875	0,875	0,875
výsledná koncová cena	1,09	1,14	1,14	1,11	1,13
maximální varianta					
elektřina - cena komodity	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
výsledná koncová cena	7,11	7,57	7,57	5,94	7,55
plyn - cena komodity	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
výsledná koncová cena	2,22	2,26	2,26	2,23	2,26

3 ŘEŠENÉ TYPY KOMUNIT

V rámci studie je detailně zkoumáno pět typů energetických komunit, které jsou kvantifikovány a je jim přiřazena spotřeba elektřiny, spotřeba zemního plynu a další proměnné, jako například počet odběrných míst nebo půdorysová plocha budov. Konkrétně se jedná o následující:

- bytový dům,
- malá obec,
- město,
- průmyslový areál,
- zemědělské družstvo.

Jak už bylo uvedeno v předešlé kapitole, potenciál není stanoven pro konkrétní, budoucí horizont. Kvantifikace, která byla provedena, odpovídá roku 2021. Vzhledem k tomu, že počet obcí i měst dlouhodobě stagnuje, a to stejné platí pro průmyslové a zemědělské areály, nepředstavuje to žádná omezení. Na druhou stranu, rozvoj je patrný u bytových domů, a proto byl proveden jejich výhled do roku 2030 (více v následující podkapitole).

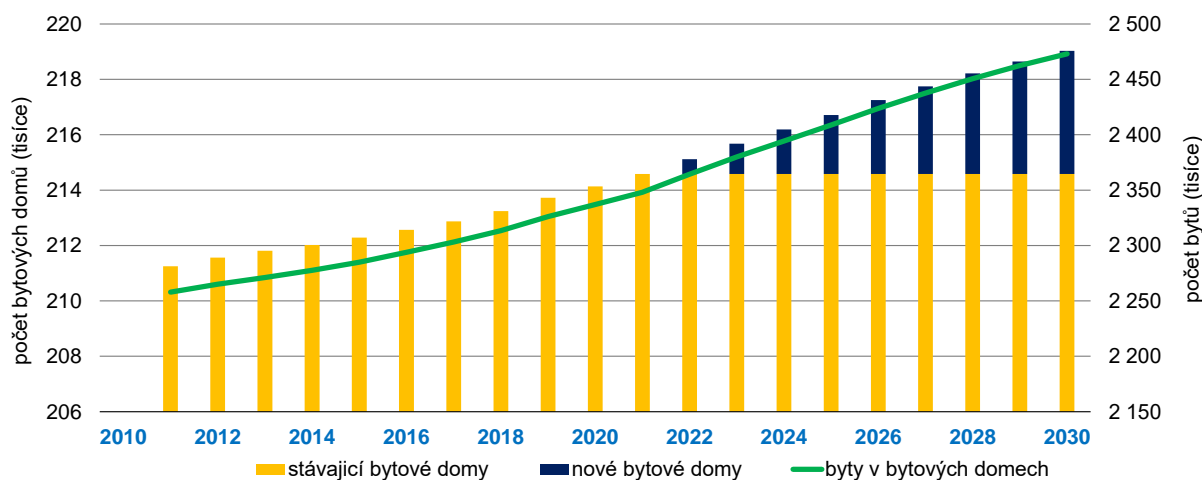
Zejména pro malou obec a město je potřeba zdůraznit, že pokud je v následujícím textu diskutován tento typ komunity, jedná se pouze o budovy (objekty), které každá municipalita spravuje. Součástí nejsou koncoví spotřebitelé působící na jejich katastrech. Výjimku představuje kapitola 14., která se zaměřuje na dodatečný potenciál těchto typů energetických komunit – výhradně obecní, či městské objekty jsou rozšířeny převážně o soukromý sektor, který je součástí MOO a MOP.

3.1 BYTOVÝ DŮM

Bytový dům, jakožto první typ komunitní energetiky je definován v souladu s vymezením Českého statistického úřadu. Použitá data se opírají o sčítání lidu, domů a bytů za roky 2011 a 2021. Navíc jsou na pravidelné čtvrtletní bázi Českým statistickým úřadem zveřejňována data o dokončených stavbách, včetně bytových domů a bytů v nich, což dává detailní přehled ohledně výstavby také v letech, kdy nedochází k detailnímu sčítání. Výhled bytových domů byl vytvořen do roku 2030 a reflektuje následující:

- výhled zohledňuje historické skutečnosti, kdy od roku 2000 do 2021 přibýlo průměrně ročně 404 nových bytových domů, čemuž odpovídá necelých 10 tisíc bytů v bytových domech.
- Na konci roku 2021 bylo 214 tisíc bytových domů s 2,348 milióny bytů.

Obrázek 3.1 Historická výstavba bytových domů a bytů s výhledem do 2030



- Do horizontu roku 2030 se očekává mírné navýšení trendů výstavby bytových domů na přibližně 480 bytových domů za rok.
- Je nezbytné konstatovat, že nová výstavba má naprosto minoritní podíl v kontextu stávajících bytových domů. Tato výstavba mezi roky 2022 až 2030 bude mít podíl přibližně 2 % na celkovém domovním fondu. Z důvodu nejasného výhledu bytových domů po roce 2030 je výhled ukončen právě tímto horizontem. Jak již však bylo ilustrováno, vzhledem k minoritnímu podílu nové výstavby bytových domů to nepředstavuje žádnou komplikaci v kontextu stanovení potenciálu pro komunitní energetiku.
- Pro rok 2030 je odhadováno 219 tisíc bytových domů s 2,474 milióny bytů.

S využitím dat Českého statistického úřadu a z tarifní statistiky elektřiny je možné předpokládat, že typický (průměrný) bytový dům má čtyři patra, celkem 11 bytů, každý o výměře 65 m², a průměrnou spotřebu elektřiny 1 850 kWh na jeden byt. Pro výpočet celkové spotřeby je vhodné připočítat také 15% navýšení pro spotřebu ve společných prostorách.

Pro výpočet nákladů na vytápění vycházíme z dostupných informací, že se v roce 2013 se 70 % bytových domů nacházelo, pokud jde o energetickou náročnost na vytápění, v kategorii C–Vyhovující¹, tedy se spotřebou tepla na vytápění v rozmezí 98–142 kWh/m². S ohledem na postupující zateplování bytových domů, informace o četnosti spotřeby³, a při zohlednění nově realizované výstavby s výrazně lepšími parametry energetické náročnosti v časovém horizontu roku 2030 uvažujeme pro výpočet energie pro vytápění průměrnou hodnotu 100 kWh/m².

¹ Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/23997-stav-bytoveho-fondu-cr-z-pohledu-energeticke-narocnosti-budov>

² Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/prukaz-energeticke-narocnosti-budov-budete-ho-potrebovat.aspx>

³ Dostupné z: <http://www.portalsvj.cz/diskuse/jaka-je-normalni-spotreba-tepla-v-gj-m2>

Počet odběrných míst vychází z celkového počtu bytů s navýšením o jedno společné odběrné místo (OM) pro každý bytový dům. Ostatní parametry jsou odvozeny z výše uvedeného. Následující tabulka ukazuje charakteristiku průměrného bytového domu.

Tabulka 3.1 Základní charakteristické údaje pro průměrný bytový dům

řešené proměnné		jednotka
počet bytů v bytovém domě	11	
podlažnost	4	
plocha jednoho bytu	65	m ²
půdorysná plocha bytového domu	300	m ²
spotřeba elektřiny bytového domu	22	MWh
spotřeba plynu na TUV bytového domu	28	MWh
spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	82	MWh

Na základě výše uvedených hodnot v tabulce a hodnotách o celkovém bytovém fondu, lze odhadnout sumární energetické hodnoty pro celkový bytový fond v bytových domech – ilustruje následující tabulka. ERÚ ve zprávě za rok 2021⁴ uvádí celkovou spotřebu v MOO sektoru ve výši 17,3 TWh. S uvážením, že tato celková spotřeba zahrnuje spotřebu bytových i rodinných domů, ale také rekreačních objektů a že přibližně 1/3 celkové spotřeby činí spotřeba v přímotopných sazbách, které jsou v bytových domech zahrnuty pouze minimálně, je možné považovat výše uvedenou sumární hodnotu spotřeby elektřiny 4 906 GWh v rámci bytových domů za odpovídající.

Tabulka 3.2 Základní sumární údaje pro bytové domy v ČR

řešené proměnné		jednotka
celkový počet bytových domů	219 026	
celkový počet bytů v bytových domech	2 474 994	
celková plocha všech bytů	161	km ²
celková půdorysná plocha všech bytových domů	66	km ²
celková spotřeba elektřiny	4 906	GWh
celková spotřeba plynu na TUV všech bytových domů	6 133	GWh
celková spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	18 004	GWh
celkový počet OM v bytových domech	2 694 020	

3.2 MALÁ OBEC

Obecně lze rozdělit obce do čtyř hlavních kategorií: malé obce, střední obce/města, velká města/MČ Prahy a obecní příspěvkové organizace. Následující tabulka ukazuje počet budov ve vlastnictví jednotlivých kategorií a souhrnnou plochu.

⁴ ERÚ – ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY 2021

Tabulka 3.3 Počet obecních budov a jejich plocha⁵

	počet budov	plocha budov (km ²)
malá obec	39 572	11,2
střední obec/město	29 184	19,9
velké město/MČ Prahy	6 648	6,9
obecní příspěvkové organizace	3 726	3,5
suma	79 130	41,5

Počet obcí v ČR a jejich složení je dlouhodobě stabilní. Není pozorován výrazný trend úbytku či vzniku nových obcí ani trend navyšování počtu obyvatel, například středních obcí nebo měst. Proto se při dlouhodobých výhledech uvažuje zachování současného stavu. Stejný předpoklad je také aplikován na počet obecních budov.

Tabulka 3.4 Počet budov a jejich podlahová plocha

	počet osob	počet budov	plocha obecních budov (km ²)
ČR celkem	10 701 777	79 130	41,5
obce do 3 000 obyvatel	3 520 657	26 032	13,7

Na základě dat z veřejné správy⁶ je možné 90 % uvažovaných obcí, tedy převážnou většinu, zařadit mezi obce venkovského typu s průměrnou rozlohou katastrálního území 2,17 ha na obyvatele. Za typickou obec uvažovanou pro účely této zprávy bude považována obec o 2 500 obyvatelích, s katastrální rozlohou 5 421 ha a 18 nerezidentních obecních budovách o celkové podlahové ploše 9 718 m², což při průměrném počtu dvou podlaží odpovídá půdorysné ploše 4 859 m².

V obcích do 3 000 obyvatel žije v ČR celkem 3,52 mil. obyvatel, což odpovídá 1 408 typickým obcím o níže uvedených parametrech. V rámci fondu obecních budov jsou zastoupeny budovy s velmi různou tepelnou ztrátou objektu, některé budovy je možné zařadit mezi nízkoenergetické, avšak většina starších budov nízkoenergetických standardů nedosahuje. Z tohoto důvodu je počítáno s průměrnou spotřebou energie na vytápění ve výši 100 kWh/m². Obecní budovy slouží k různým účelům, energie nutná na ohřev je uvažována výrazně nižší nežli v případě výhradně rezidentních budov. Ohřev TUV je uvažován jako 10 % z celkové hodnoty energie potřebné na vytápění. Spotřeba elektřiny typické obce vychází z předpokladu 4 MWh/150 m², což při podlahové ploše 9,6 tisíc m² představuje 256 MWh. Kromě vytápěné podlahové plochy obce zpravidla disponují určitými nevytápěnými zastřešenými sklady. Pro účely této analýzy vycházíme z předpokladu, že tyto nevytápěné prostory odpovídají 20 %

⁵ Dlouhodobá strategie renovace budov v České republice – květen 2020

⁶ Velikost obcí a ekonomická aktivita obyvatelstva

celkové vytápěné plochy⁷. S ohledem na to, že budovy jsou velmi často na různých místech, odpovídá počet OM počtu obecních budov v obci.

Tabulka 3.5 Základní charakteristické údaje pro typickou obec

řešené proměnné		jednotka
počet obyvatel obce	2 500	
počet budov v obci	18	
vytápěná podlahová plocha obecních budov	9 718	m ²
půdorysná plocha budov	4 859	m ²
půdorysná plocha nevytápěných skladovacích prostor	972	m ²
počet OM	18	MWh
spotřeba elektřiny	256	MWh
spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	972	MWh
spotřeba plynu na ohřev TUV	97	MWh

Tabulka 3.6 Základní sumární údaje pro komunitu typických obcí

řešené proměnné		jednotka
počet obcí	1 408	
celkový počet obyvatel	3 520 000	
celkový počet vytápěných budov	25 344	
celková vytápěná podlahová plocha obecních budov	14	km ²
celková půdorysná plocha vytápěných obecních budov	7	km ²
celková půdorysná plocha nevytápěných zastřešených prostor	1,4	km ²
celková spotřeba elektřiny	360	GWh
celková spotřeba plynu na TUV	137	GWh
celková spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	1 369	GWh
celkový počet OM	25 344	

3.3 MĚSTO

Za typické město je pro dané účely uvažováno město o 15 000 obyvatelích. Jelikož jsou v rámci ČR menší města s počtem od 3 000 obyvatel a současně města výrazně převyšující uvedených 15 000 obyvatel, je v celkovém počtu 480 těchto měst pro výpočet potenciálu zahrnuto veškeré obyvatelstvo ČR s výjimkou obyvatel obcí do 3 000 obyvatel, čímž se zabývá předcházející podkapitola. V předcházející podkapitole jsou rovněž uvedeny počty obecních budov, ze kterých vychází níže uvedené údaje. Oproti menším obcím je uvažována výrazně větší hustota obyvatelstva 400 obyvatel/km², z této hodnoty je také odvozena průměrná velikost katastrálního území typického města. Menší katastrální území na jednoho obyvatele může být v praxi limitujícím faktorem například pro instalaci VTE. Rozloha katastrálního území uvedeného typického města činí 37,5 km² a zahrnuje 90 budov městských budov o celkové vytápěné podlahové ploše 48 tisíc m², což při průměrném počtu dvou podlaží odpovídá

⁷ PRŮZKUM FONDU NEREZIDENČNÍCH BUDOV V ČESKÉ REPUBLICE

půdorysné ploše 24 tisíc m². Kromě vytápěné podlahové plochy jsou v případě typického města uvažovány rovněž nevytápěné zastřešené prostory o velikosti odpovídající 20 % celkové vytápěné plochy. Opět platí, že s ohledem na to, že budovy jsou velmi často na různých místech, odpovídá počet OM počtu obecních budov ve městě.

Průměrná spotřeba energie na vytápění je uvažována ve výši 100 kWh/m². Ohřev TUV je uvažován jako 10 % z celkové hodnoty energie potřebné na vytápění. Spotřeba elektřiny typického města vychází z předpokladu 4 MWh/150 m², což při výše uvedené podlahové ploše činí 1 280 MWh.

Tabulka 3.7 Základní charakteristické údaje pro typické město

řešené proměnné		jednotka
počet obyvatel města	15 000	
počet budov ve městě	90	
vytápěná podlahová plocha městských budov	48 590	m ²
půdorysná plocha budov	24 295	m ²
půdorysná plocha nevytápěných skladovacích prostor	4 859	m ²
počet OM	90	MWh
spotřeba elektřiny	1 280	MWh
spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	4 860	MWh
spotřeba plynu na ohřev TUV	486	MWh

Tabulka 3.8 Základní sumární údaje pro komunitu typických měst

řešené proměnné		jednotka
počet měst	480	
celkový počet obyvatel	7 200 000	
celkový počet vytápěných budov	43 200	
celková vytápěná podlahová plocha městských budov	23	km ²
celková půdorysná plocha vytápěných městských budov	12	km ²
celková půdorysná plocha nevytápěných zastřešených prostor	2,3	km ²
celková spotřeba elektřiny	614	GWh
celková spotřeba plynu na TUV	233	GWh
celková spotřeba energie (ne elektřiny) na vytápění	2 333	GWh
celkový počet OM	43 200	

3.4 PRŮMYSLOVÝ AREÁL

Dle údajů Českého statistického úřadu bylo v roce 2020 na území Česka 2 329 průmyslových podniků s 827 tisíci zaměstnanci. V tomto počtu jsou zahrnuté údaje průmyslových podniků s více než 100 zaměstnanci. Celkově v průmyslu při započtení veškerých podniků v roce 2020

pracovalo 1,39 miliónu osob⁸, přičemž celková spotřeba elektřiny v průmyslu činila 23 050 GWh a spotřeba plynu 23 654 GWh⁹.

Počet zaměstnanců typického průmyslového areálu je stanoven na základě průměrného počtu zaměstnanců v průmyslových podnicích o více než 100 lidech. Spotřeba elektřiny a plynu je odvozena od celkové spotřeby elektřiny v průmyslu vztažené na jednoho zaměstnance s tím, že je uvažováno, že na vytápění je využito pouze 20 % plynu, ostatní spotřeba plynu je využita na technologické procesy. Tento odhad je podpořen rovněž zveřejněnými výsledky z údajů o velkoodběru plynu¹⁰ v jednotlivých měsících roku 2021 a předpokladu, že průměrná spotřeba v letních měsících bude při mírném navýšení zhruba ve výši spotřeby plynu na technologické procesy. Pro potřeby vytápění je však dle podrobných dat plyn využíván pouze z cca 20 %, zbývajících 80 % připadá na ostatní paliva, tímto způsobem byla doložena spotřeba tepla.

Počet budov v areálu a jejich vytápěná podlahová plocha je odvozena z dat vztažených na jednoho zaměstnance. Uvažováno je, že budovy mají průměrně dvě podlaží.¹¹ Velikost půdorysné plochy zastřešených nevytápěných skladů je uvažována ve výši 20 % vytápěné půdorysné plochy. Typický průmyslový areál pro účely této analýzy je charakterizován následující tabulkou.

Tabulka 3.9 Základní charakteristické údaje pro průmyslový areál

řešené proměnné		jednotka
počet zaměstnanců průmyslového areálu	355	
spotřeba elektřiny	6	GWh
spotřeba tepla (z plynu) na topení, TUV i provoz technologií	6	GWh
počet budov	5	
podlahová plocha vytápěných budov	10 475	m ²
půdorysná plocha vytápěných budov	5 237	m ²
půdorysná plocha nevytápěných zastřešených skladovacích prostor	1 047	m ²
počet OM	1	

⁸ ČSÚ

⁹ MPO – Souhrnná energetická bilance ČR

¹⁰ ERÚ – ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU PLYNÁRENSKÉ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY

¹¹ Dlouhodobá strategie renovace budov v České republice – květen 2020

Tabulka 3.10 Základní sumární údaje pro komunitu průmyslových areálů

řešené proměnné		jednotka
počet průmyslových areálů	2 329	
celkový počet zaměstnanců průmyslových areálů	826 795	
celkový počet vytápěných budov	11 645	
celková podlahová plocha vytápěných budov	24	km ²
celková půdorysná plocha vytápěných budov	12	km ²
celková půdorysná plocha nevytápěných prostor	2,4	km ²
celková spotřeba elektřiny	13 671	GWh
celková spotřeba tepla (z plynu) na topení, TUV i provoz technologií	14 021	GWh
celkový počet OM	2 329	

3.5 ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO

S ohledem na zaměření komunitní energetiky je tato zpráva zaměřena pouze na zemědělská družstva, která jsou jednou z právních forem subjektů zabývajících se zemědělstvím. Dle informací z integrovaného šetření v zemědělství z roku 2020 obhospodařuje celkem 492 zemědělských družstev zaměstnávajících 16 390 osob zemědělskou půdu o rozloze 627 tis. ha, což představuje přibližně 18 % zemědělské půdy. Celkový počet zaměstnanců v zemědělství činí 95 372 osob¹². V zemědělství je celkově 41 287 budov o průměrné vytápěné podlahové ploše 312 m², celková podlahová plocha¹³ činí 12 960 790 m², odhadovaná podlažnost 1,5. Z výše uvedených údajů je možné poměrným způsobem určit hodnoty pro zemědělská družstva. Velikost nevytápěných skladů je uvažována ve výši 50 % vytápěné půdorysné podlahové plochy.

Dle údajů Českého statistického úřadu je v zemědělství a lesnictví celková spotřeba elektřiny 973 GWh¹⁴ a plynu 685 GWh¹⁵, zemědělství se dle odhadu na této spotřebě podílí z přibližně 90 %. Proto je použit předpoklad, že v zemědělství je z celkové spotřeby plynu použito na vytápění a sušení přibližně 80 %. Podíl zemního plynu na celkové spotřebě energie na vytápění a sušení je ale pouze 20 %. Na základě těchto předpokladů je možné dopočítat celkovou spotřebu.

Z pohledu počtu odběrných míst je možné předpokládat, že jednotlivá místa spotřeby velmi často leží mimo hlavní areály zemědělských družstev. Budovy v případě zemědělského družstva mohou být v některých případech umístěny v samostatném areálu, předpokládejme však možnost rovněž dislokace budov mimo areál, pro typické zemědělské družstvo je z tohoto důvodu uvažováno přibližně 10 odběrných míst.

¹² Počet zaměstnaných osob je přepočten na plný pracovní úvazek.

¹³ Dlouhodobá strategie renovace budov v ČR

¹⁴ Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy České republiky za rok 2020

¹⁵ Souhrnná energetická bilance České republiky

Tabulka 3.11 Základní charakteristické údaje pro zemědělské družstvo

řešené proměnné		jednotka
počet zaměstnanců družstva	33	
spotřeba elektřiny	0,3	GWh
spotřeba tepla (z plynu) na topení, TUV i provoz technologií	0,9	GWh
počet budov	14	
podlahová plocha vytápěných budov	4 525	m ²
půdorysná plocha vytápěných budov	3 000	m ²
půdorysná plocha nevytápěných skladů	1 500	m ²
počet OM	14	

Tabulka 3.12 Základní sumární údaje pro komunitu zemědělských družstev

řešené proměnné		jednotka
počet družstev	492	
celkový počet zaměstnanců družstva	16 236	
celkový počet vytápěných budov	6 888	
celková podlahová plocha vytápěných budov	2,2	km ²
celková půdorysná plocha vytápěných budov	1,5	km ²
celková půdorysná plocha nevytápěných prostor	0,7	km ²
celková spotřeba elektřiny	148	GWh
celková spotřeba tepla (z plynu) na topení, TUV i provoz technologií	423	GWh
celkový počet OM	6 888	

3.6 SHRNUTÍ TYPŮ KOMUNIT

Pro lepší přehlednost následující tabulka shrnuje zásadní parametry pro odhad technického a ekonomického potenciálu. Konkrétně se jedná o spotřebu elektřiny, spotřebu energie na vytápění a počet odběrných míst. U průmyslových a zemědělských areálů je v rámci TUV a vytápění uvedena jedna sumární hodnota.

Tabulka 3.13 Shrnující parametry jednotlivých typů komunit

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělský areál
typická komunita					
spotřeba elektřiny (MWh)	22	256	1 280	6 000	300
spotřeba plynu na TUV (MWh)	28	97	486	6 000	900
spotřeba plynu na vytápění (MWh)	82	972	4 860		
počet odběrných míst	1	18	90	1	14
suma všech komunit					
spotřeba elektřiny (GWh)	4 906	360	614	13 671	148
spotřeba plynu na TUV (GWh)	6 133	137	233	14 021	423
spotřeba plynu na vytápění (GWh)	18 004	1 369	2 333		
počet odběrných míst	2 694 020	25 344	43 200	2 329	6 888

Nikoliv všechny typy komunit jsou vhodné pro každou technologii nebo opatření, kterým se věnuje tato studie. Následující tabulka proto shrnuje technologie nebo opatření, která jsou vhodná pro jednotlivé typy energetických komunit. Na první pohled jsou velmi výhodné pro komunitní energetiku bytové domy nebo průmyslové areály. Naopak například zemědělské areály mají potenciálních možností méně.

Tabulka 3.14 Technologie vhodné pro typy energetických komunit¹⁶

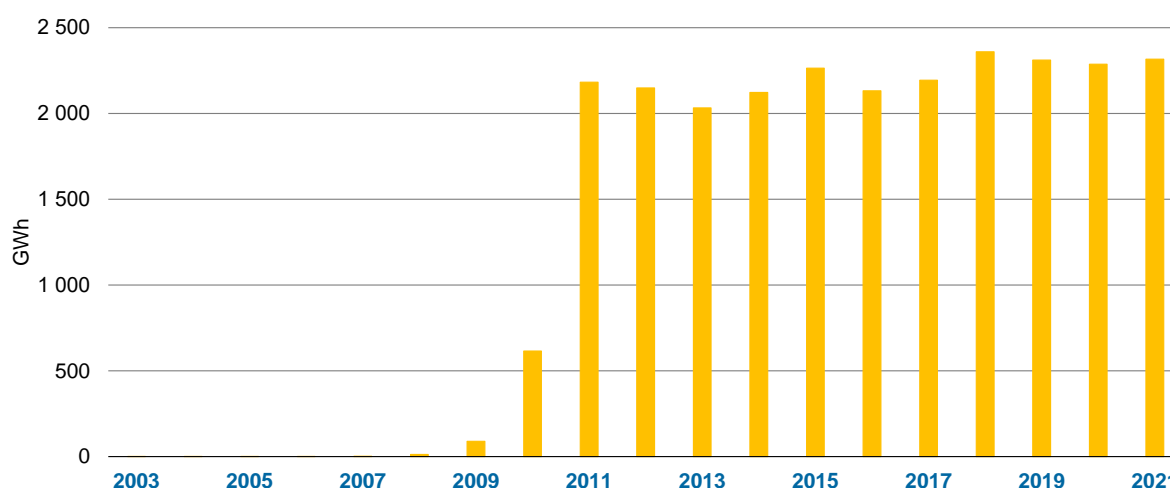
	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělský areál
sluneční elektrárna	✓	✓	✓	✓	✓
větrná elektrárna	-	✓	✓	-	-
plynový zdroj	✓	✓	✓	✓	✓
biomasový zdroj	-	✓	✓	✓	bioplyn
tepelné čerpadlo	✓	✓	✓	✓	✓
řízení spotřeby	✓	✓	✓	✓	-
flexibilita	✓	-	-	✓	-
elektromobilita	✓	✓	✓	✓	✓
bateriová akumulace	✓	✓	✓	✓	✓
P2X	P2H	P2H	P2H	P2X	P2G

¹⁶ Teoreticky můžou být v rámci komunitní energetiky provozovány také vodní elektrárny nebo využívána geotermální energie, v celkovém kontextu se však jedná pouze o minoritní technologie.

4 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Fotovoltaické elektrárny patří do skupiny obnovitelných zdrojů, které přeměňují sluneční záření na elektrickou energii. Základními faktory ovlivňujícími využití solární energie je doba slunečního svitu a intenzita záření. Z dlouhodobého pozorování vyplývá, že v našich zeměpisných šířkách dopadne 75 % slunečního záření během letní poloviny roku, celková dopadající energie na vodorovnou plochu pak činí maximálně 1 150 kWh/m²rok. V České republice bylo podle Solární asociace v roce 2021 provozováno 41 634 solárních elektráren s celkovým instalovaným výkonem 2 200 MW. Dohromady tyto elektrárny vyrobily 2 316 GWh elektrické energie, viz následující obrázek. Na základě toho se roční využití fotovoltaických elektráren pohybuje okolo 1 050 hodin za rok.

Obrázek 4.1 Výroba elektřiny z fotovoltaických elektráren v ČR



4.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

1. Základem pro výpočet technického potenciálu fotovoltaických elektráren všech typů komunit je půdorysná plocha budov, protože jsou primárně řešeny střešní instalace. U obcí, měst, průmyslových areálů a zemědělských družstev je půdorysná plocha budov navýšena o část okolní nezastavěné plochy, což zahrnuje také panely umístěné na zemi. Podíl využitelné okolní plochy je uvažován vůči půdorysné ploše budov. Výpočet potenciálu také zohledňuje střechy nevytápěných objektů (u všech komunit kromě bytových domů), které lze osadit fotovoltaickými panely.
2. Na základě analýz činí využitelná část střechy pro instalaci panelů průměrně 30 % její celkové plochy. Zbylou plochu střechy zabírají například větrací a výtahové šachty, klimatizace, hromosvody apod., které brání možnému umístění fotovoltaických panelů. Zároveň je část střechy těmito objekty zastíněna, což opět brání instalaci panelů. Fotovoltaické panely se navíc zpravidla umísťují v určité vzdálenosti od okraje střechy

a mezi řadami panelů je z důvodu instalace a údržby ponechávána určitá mezera, v případě plochých střech pak i kvůli vzájemnému stínění.

- Pro účely výpočtu technického potenciálu byl zvolen monokrystalický panel o výkonu 450 W_p s účinností 20,78 % a s rozměry 2094 x 1038 mm.

Následující tabulka zobrazuje technický potenciál pro jednoho zástupce z každého typu komunity definovaných ve třetí kapitole za předpokladu, že všechny prostory jsou vhodné pro instalaci fotovoltaických panelů – například nejsou řešeny konstrukční předpoklady střech.

Tabulka 4.1 Určení technického potenciálu FVE pro jednotlivé typy komunity

typ komunity	půdorys budov m ²	podíl využitelné střechy %	podíl využitelné okolní plochy %	plocha pro potenciální instalaci FVE m ²	počet FV panelů ks	elektrický výkon kW _e
bytový dům	300	30	0	90	41	18
malá obec	5 760	30	10	2 304	1 060	477
město	28 800	30	10	11 520	5 300	2 385
průmyslový areál	6 284	30	20	3 142	1 446	651
zemědělské družstvo	4 500	30	30	2 700	1 242	559

- Předchozí tabulka ukazuje podmínky a výsledný instalovaný výkon pro jeden typický subjekt v rámci řešených komunit (pokud jsou všechny prostory pro instalaci vhodné). Doplnující analýzy v kombinaci s expertním odhadem však ukazují, že počet všech střech vhodných pro montáž fotovoltaických panelů je 55 %. Nelze proto uvažovat hodnoty výkonu pro každou z komunit uvedené v předešlé tabulce. V současnosti je zvykem umísťovat FV panely na jižně a západně orientované části střech, tedy ne každý dům disponuje vhodnou orientací střechy. Část střech nemá dostatečnou nosnost pro instalaci FVE, případně je v havarijním stavu. Dále se v blízkosti některých staveb nachází objekty, například stromy, které vrhají stín a znemožňují tak využít danou střechu pro fotovoltaickou elektrárnu.
- Na druhou stranu výpočet zohledňuje fakt, že určitá část střech je sedlového typu, tedy disponuje větší možnou plochou pro instalaci FVE.

Tabulka 4.2 Zvolené redukční koeficienty FVE pro typy komunit celkem

typ komunity	půdorys budov km ²	konstrukčně využitelné střechy %	podíl využitelné střechy %	podíl sedlových střech %	koeficient pro plochy sedlových střech	podíl využitelné okolní plochy %	celková plocha pro potenciální instalaci FVE km ²
bytový dům	65,7	55	30	10	1,5	0	11,38
malá obec	8,4	55	30	10	1,5	10	2,30
město	14,3	55	30	10	1,5	10	3,91
průmyslový areál	14,4	55	30	10	1,5	20	5,37
zemědělské družstvo	2,2	55	30	20	1,5	30	1,06

Přechozí tabulka uvádí redukční koeficienty a výslednou plochu pro potenciální instalaci FVE pro jednotlivé typy komunit.

Celkový technický potenciál FVE v podobě instalovaného elektrického výkonu všech řešených typů komunit je stanovený na 4 960 MW_e¹⁷. To při uvažování roční využitelnosti 1 050 hodin znamená výrobu 5 208 GWh za rok. Tedy více než dvakrát tolik oproti současnému stavu. Za předpokladu rostoucí účinnosti jednotlivých panelů v důsledku jejich vývoje je možné předpokládat ještě určité navýšení tohoto technického potenciálu. Zároveň se nejedná o maximální technický potenciál pro celé Česko, jelikož je uvažováno pouze s určitými vybranými a přesně definovanými komunitami. Pro tyto jednotlivé typy komunit je technický potenciál uveden v následující tabulce. Obecně lze říci, že největší potenciál mají bytové domy společně s průmyslovými areály.

Tabulka 4.3 Určení celkového technického potenciálu FVE

typ komunity	celková plocha FV panelů	počet FV panelů	celkový elektrický výkon
	km ²	tis. ks	MW _e
bytový dům	11,38	5 237	2 357
malá obec	2,30	1 056	475
město	3,91	1 798	809
průmyslový areál	5,37	2 473	1 113
zemědělské družstvo	1,06	487	219
celkem	24,02	11 051	4 973

4.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Pro výpočet ekonomického potenciálu byly použity instalované výkony technického potenciálu pro každou z komunit uvedené v předešlé podkapitole. Často tento instalovaný výkon (umístěný na střechách a přilehlých pozemcích) převyšuje z hlediska soudobosti spotřebu dané komunity. Jinými slovy velké množství energie je vyrobeno v takových hodinách (z pohledu dne i roku), ve kterých po ní není výrazná poptávka. Naopak v době nejvyšší spotřeby elektrické energie fotovoltaické panely většinou nevyrábí téměř žádnou energii. Průměrně lze podle praktických zkušeností pokrýt elektřinou z FVE okolo 30 % roční spotřeby objektu/komunity.

Proto je v důsledku velkého objemu neuplatněné dodávky elektřiny u energetických komunit typu malá obec a město spotřeba obecních, respektive městských budov navýšená o další objekty, převážně soukromého charakteru (více v kapitole 14.). Tímto způsobem se využije více lokálně vyrobené energie, což je ostatně jedním z hlavních principů komunitní energetiky, aby byly minimalizovány přetoky do DS a vyrovnaná bilance výroby a spotřeby.

¹⁷ Oproti Studii potenciálu komunitní energetiky v obcích a bytových domech vyhotovené v roce 2021 vychází technický potenciál pro jednotlivé typy komunit mírně odlišně. Důvodem jsou rozdílně definované vstupní údaje o typické komunitě (větší plocha pro instalaci FVE) a také je uvažovaný jiný FV panel s vyšší účinností.

Běžný bytový dům nemá ve vlastnictví další objekty, ve kterých by se mohla stejným způsobem uplatnit další část elektřiny z FVE. Zemědělské družstvo svojí rozlohou umožňuje instalaci fotovoltaické elektrárny o větším výkonu, než je schopno samo spotřebovat (je uvažováno se spotřebou 35 % energie z FVE). Zároveň se neočekává, že součástí zemědělského družstva jsou další objekty, které by mohly vyrobenou elektřinu spotřebovávat. Proto se u této komunity počítá s prodejem značné části elektrické energie zpět do sítě. Výkupní cena, respektive následně plynoucí výnosy z prodeje jsou pro takové účely stanoveny na 20 % ceny silové elektřiny.

Celkové investiční náklady na pořízení a instalování fotovoltaické elektrárny jsou tvořeny cenou fotovoltaických panelů, příslušenstvím, konstrukcí a instalací na střeche. Cena za příslušenství, konstrukci a instalaci na střeche byla zahrnuta do celkové ceny tak, že původní cena panelu byla zdvojnásobena. Dále je pro všechny typy komunit uvažováno s využitím dotace na pořízení fotovoltaické elektrárny ve výši 50 %, která je v současnosti pro rodinné a bytové domy poskytována v rámci dotačního programu Nová zelená úsporám. Veřejné a podnikatelské subjekty mohou čerpat podporu z Národního plánu obnovy. V rámci Modernizačního fondu je rovněž nabídka programů pro čerpání dotací pro tyto subjekty, včetně programu zaměřeného přímo na komunitní energetiku. Určitá forma podpory je dostupná pro všechny zde uvažované typy komunit. Návratnost vynaložených nákladů se zlepšuje s rostoucí cenou elektřiny, protože tím dochází k větší úspoře finančních prostředků. Jednotlivé varianty ekonomického potenciálu jsou zobrazeny v následujících tabulkách.

Tabulka 4.4 Určení ekonomického potenciálu pro střední variantu

		bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
spotřeba komunitních objektů	MWh	22	256	1 280	6 000	300
spotřeba dodatečných objektů	MWh	0	1 100	5 940	0	0
instalovaný výkon FVE	kW	18	483	2 414	651	559
výroba elektřiny FVE	MWh	19	507	2 535	683	587
dodávka do komunity	MWh	7	77	384	615	105
dodávka do dodatečných objektů	MWh	0	330	1 782	0	0
dodávka elektřiny do sítě	MWh	13	100	369	68	482
spotřeba elektřiny ze sítě	MWh	15	179	896	5 385	195
cena elektřiny ze sítě	CZK/MWh	6 141	6 321	6 321	4 686	6 302
cena elektřiny do sítě	CZK/MWh	750	750	750	750	750
výnosy komunitní dodávka	tis. CZK	41	2 571	13 691	2 881	662
poplatky za distribuci v rámci komunity	tis. CZK		1 005	5 350		
výnosy přetoky do DS	tis. CZK	10	75	277	51	361
výnosy celkem	tis. CZK	50	1 642	8 618	2 933	1 023
CAPEX	tis. CZK	426	11 159	55 796	15 038	12 917
CAPEX (s dotací)	tis. CZK	213	5 580	27 898	7 519	6 458
prostá doba návratnosti (s dotací)	roky	4,3	3,4	3,2	2,6	6,3
ekonomický potenciál celkem (s dotací)	MW	1 354	368	634	542	22

Pro střední variantu (viz přechodí tabulka) se pohybuje doba návratnosti (s dotací) u malých obcí, měst a průmyslových areálů na hodnotě kolem tří let, pro bytové domy je to 4,3 let a pro zemědělská družstva přes 6 let.

Ekonomický potenciál vychází nejvyšší u bytových domů, a to 1 354 MW, malé obce se s využitím dotace dostávají na ekonomický potenciál 368 MW, průmyslové areály na 542 MW, města mají ekonomický potenciál 634 MW a 22 MW vychází pro zemědělská družstva.

Jeden průměrný bytový dům ročně uspoří celkem asi 50 tis. CZK, malá obec přes 1,6 mil. CZK, průmyslový areál téměř 3 mil. CZK, město přes 8,6 mil. CZK a zemědělské družstvo více než 1 mil. CZK.

Tabulka 4.5 Určení ekonomického potenciálu pro Minimální variantu

		bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
cena elektřiny ze sítě	CZK/MWh	4 891	5 071	5 071	3 436	5 052
cena elektřiny do sítě	CZK/MWh	500	500	500	500	500
výnosy komunitní dodávka	tis. CZK	32	2 063	10 983	2 113	530
poplatky za distribuci v rámci komunity	tis. CZK		1 005	5 350		
výnosy přetoky do DS	tis. CZK	6	50	184	34	241
výnosy celkem	tis. CZK	39	1 108	5 818	2 147	771
prostá doba návratnosti (s dotací)	roky	5,5	5,0	4,8	3,5	8,4
ekonomický potenciál celkem (s dotací)	MW	1 057	316	550	333	0

Při určování parametrů pro minimální variantu v předchozí tabulce byla uvažována nižší cena za elektrickou energii. Proto je doba návratnosti delší než u střední varianty.

Ekonomický potenciál při uvažování 50% dotace dosahuje u bytových domů 1 057 MW, u malých obcí 316 MW. Potenciál měst je 550 MW a průmyslových areálů 333 MW. Ekonomický potenciál zemědělských družstev je v případě minimální varianty nulový. Nízké procento využití vyrobené energie znamená vysoké přetoky do sítě, které jsou v tomto případě vykupovány za tak nízkou cenu, že se ani s využitím dotace nevyplatí fotovoltaickou elektrárnu instalovat.

Roční úspora bytového domu při pořízení fotovoltaiky vychází na 39 tis. CZK, malé obce 1,1 mil. CZK, průmyslový areál ušetří přes 2 mil. CZK, město téměř 6 mil. CZK a zemědělské družstvo teoreticky 700 tis. CZK (ale vzhledem k dlouhé době návratnosti k tomu kroku není dostatečný potenciál).

Tabulka 4.6 Určení ekonomického potenciálu pro Maximální variantu

		bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
cena elektřiny ze sítě	CZK/MWh	7 391	7 571	7 571	5 936	7 552
cena elektřiny do sítě	CZK/MWh	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
výnosy komunitní dodávka	tis. CZK	49	3 080	16 398	3 650	793
poplatky za distribuci v rámci komunity	tis. CZK		1 005	5 350		
výnosy přetoky do DS	tis. CZK	13	100	369	68	482
výnosy celkem	tis. CZK	62	2 175	11 417	3 718	1 275
prostá doba návratnosti (s dotací)	roky	3,5	2,6	2,4	2,0	5,1
ekonomický potenciál celkem (s dotací)	MW	1 540	394	677	663	61

Pro maximální variantu uvedenou v předchozí tabulce je uvažována vyšší cena elektřiny, proto doba návratnosti vychází kratší, a to pro bytové domy na 3,5 roku. Pro průmyslové areály, města a obce dosahuje návratnost doby kratší než 3 roky. Zemědělským družstvům se investice vrátí po pěti letech.

Ekonomický potenciál při uvažování 50% dotace dosahuje u bytových domů 1 540 MW, tedy skoro o 500 MW více než v případě minimální varianty. U zemědělských družstev činí ekonomický potenciál 61 MW. Pro malé obce vychází celkový ekonomický potenciál s dotací na necelých 400 MW a pro města a průmyslové areály se pohybuje těsně pod 700 MW.

Vzhledem k vyšší ceně elektřiny v této variantě, dosahuje roční úspora pro bytový dům 62 tisíc CZK, pro zemědělské družstvo 1,3 mil. CZK a pro průmyslový areál 3,7 mil. CZK. Malá obec ušetří přes 2 mil. CZK a město dokonce více než 11 mil CZK.

4.3 SHRNUÍ

Technický potenciál fotovoltaické elektrárny celkem za všech pět typů komunit dosahuje téměř 5 000 MW, což odpovídá roční výrobě elektrické energie přibližně 5 TWh. Necelá polovina tohoto potenciálu připadá na bytové domy, viz následující tabulka.

Před výpočtem ekonomického potenciálu byla z důvodů popsaných v kapitole 14 navýšena roční spotřeba měst a obcí. Samotný ekonomický potenciál byl řešen variantně na třech cenových úrovních elektrické energie ze sítě, viz kapitola 2. Doba návratnosti byla určena pro situaci, kdy se uplatní některá z forem dotace ve výši 50 % celkové investice.

Doba návratnosti je ve všech třech variantách nejkratší pro průmyslové areály, naopak nejdelší je návratnost u zemědělských družstev. V případě minimální varianty dokonce nulová i přes využití dotace. U bytových domů se návratnost pohybuje v případě využití dotace od 3,5 do 5,5 let v závislosti na variantě. Kratší je pak doba návratnosti pro města a obce. Tyto doby návratnosti byly přepočítány na ekonomický potenciál vyjádřeného jako procento, na které byl redukován technický potenciál. Následoval přepočet opět na jednotku výkonu. Při zahrnutí dotace je přehled ekonomického potenciálu zobrazen v následující tabulce.

Tabulka 4.7 Výsledný technický a ekonomický potenciál FVE (MW)

typ komunity	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
bytový dům	2 357	1 354	1 057	1 540
malá obec	475	368	316	394
město	809	634	550	677
průmyslový areál	1 113	542	333	663
zemědělské družstvo	219	22	0	61
celkem	4 973	2 920	2 257	3 335

Snížení ekonomického potenciálu (při uvažování dotace) vůči technickému je pro variantu minimální na polovinu, což odpovídá 2 257 MW. Pro variantu maximální je to 3 335 MW, tedy zhruba 70 %. Ve střední variantě vychází ekonomický potenciál na 2 920 MW. Ekonomický potenciál roční výroby elektrické energie z FVE je znázorněn v následující tabulce.

Tabulka 4.8 Ekonomický potenciál FVE (GWh/rok)

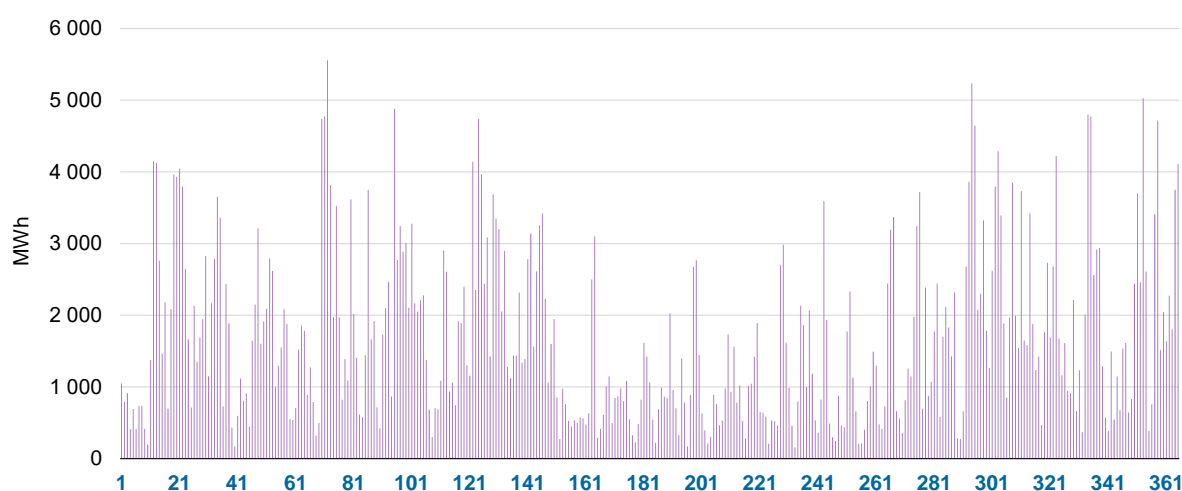
typ komunity	střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
bytový dům	1 422	1 110	1 618
malá obec	386	331	414
město	666	578	711
průmyslový areál	569	350	696
zemědělské družstvo	23	0	64
celkem	3 066	2 369	3 502

Pokud se bude cena elektřiny pohybovat v hladině obdobné maximální variantě, lze i nadále očekávat velkou poptávku po instalaci FVE všemi uvažovanými subjekty vzhledem k vidině úspory díky kratší době návratnosti a štedrým dotačním programům. Aby relativně vysoký potenciál bytových domů nezůstal pouze nedosažitelnou teorií, je potřeba finanční podporu doplnit také jasnou legislativou.

5 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Větrné elektrárny patří mezi technologii, ke které nejenom EU vzhlíží s velkými očekáváními jakožto ke zdroji, který může zajistit dostatek obnovitelné elektřiny. Jejich nespornou výhodou je, že mohou sloužit k vykrývání období, které je nepříznivé pro solární elektrárny (větší oblačnost, větrné počasí) – v porovnání se solární energií je vítr využitelný prakticky celoročně. V roce 2021 bylo v Česku instalováno okolo 340 MW s výrobou přes 600 GWh v této technologii, přičemž rozvoj větrných elektráren dlouhodobě stagnuje.

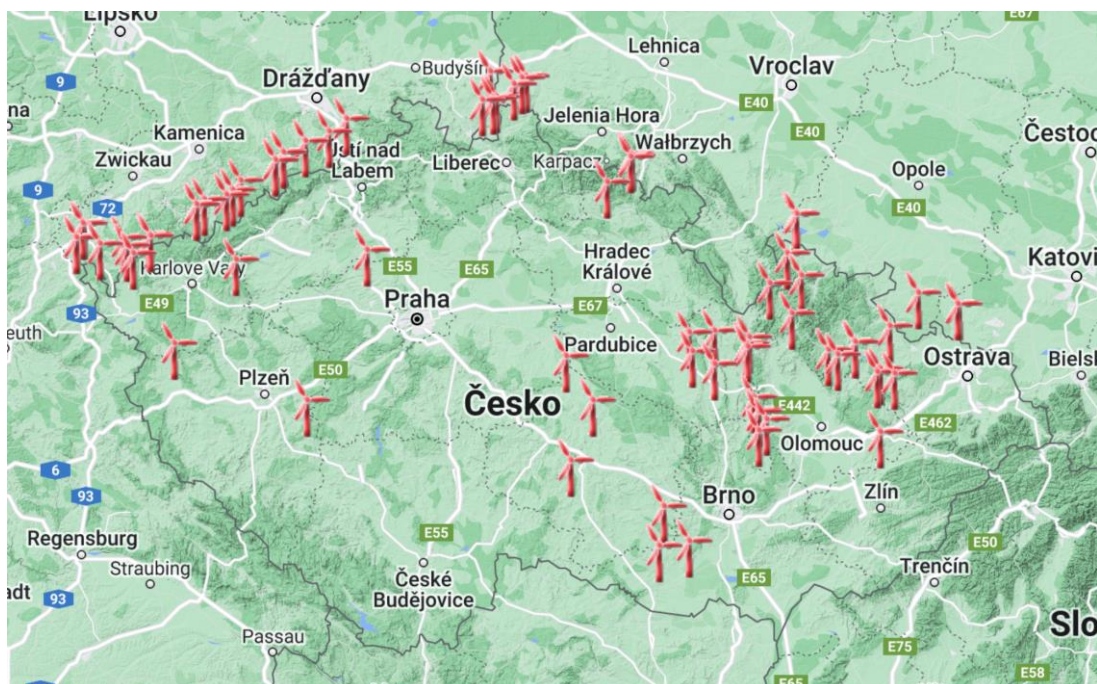
Obrázek 5.1 Výroba elektřiny z větrných elektráren v Česku v roce 2021 (denní hodnoty)



Podmínky pro větrnou energetiku jsou v Česku srovnatelné například s Rakouskem a jižním Německem, ale v porovnání s pobřežními oblastmi v Německu je tuzemský potenciál limitován docela výrazně. Komplikaci pro rozvoj větrných elektráren představují zdlouhavé procesy povolovacích řízení, nedostatek politické podpory, ale mnohdy také samotné obce, kde jsou názory obyvatelstva značně rozštěpené. To odrazuje investory i potenciální zájemce o nové instalace. Další komplikaci pak představují ochránci přírody či podobné environmentální asociace, kteří tvoří lokální opozici vůči rozvoji větrné energie.

Co se komunitní energetiky týče, technologie větrných elektráren je velmi specifická. Na rozdíl od fotovoltaiky, kogenerací či jiných technologií se jedná o investičně náročnou technologii. Typický park se čtyřmi větrnými elektrárnami představuje investici okolo 600 mil. CZK. Takový park představuje přibližně 16 MW instalovaného výkonu s roční výrobou okolo 32 GWh, což navíc výrazně přesahuje spotřebu typických komunit. Lze případně uvažovat instalaci menších výkonů nebo méně věží, ovšem vzhledem ke značné administrativní zátěži je výhodné provést větší realizaci. Následující obrázek ukazuje rozmístění větrných parků v ČR. Jde jen o ilustraci hlavních trendů, nelze přesně zobrazit všechny lokality VTE.

Obrázek 5.2 Mapa lokalizace větrných elektráren v ČR



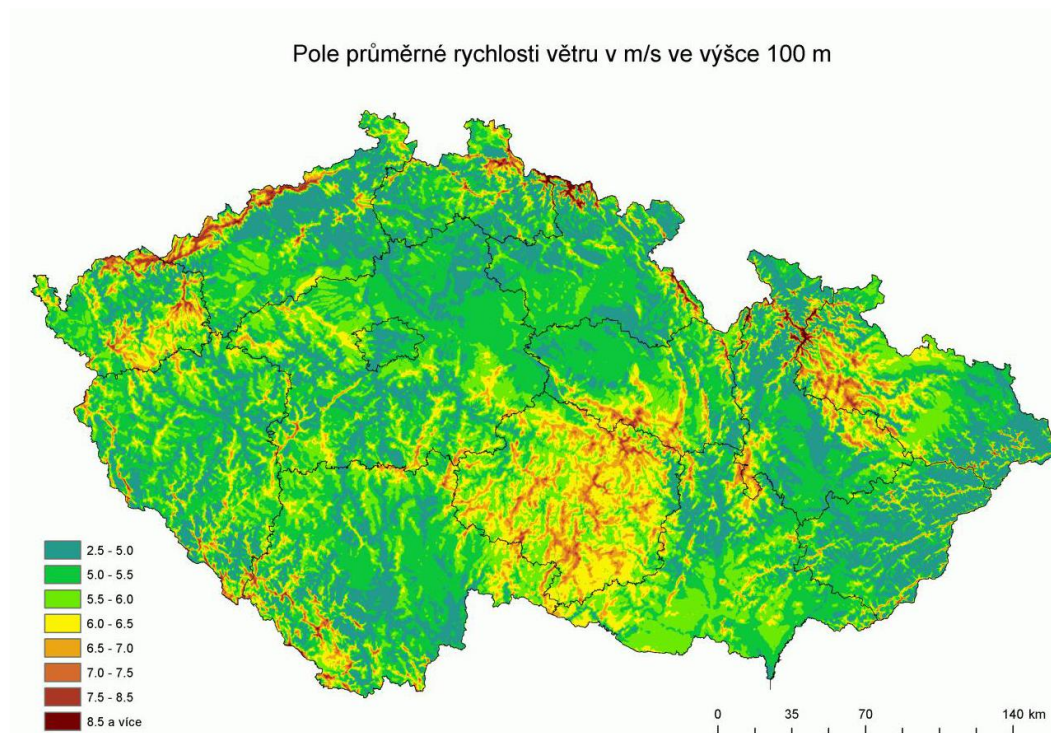
5.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

Při stanovení technického potenciálu bylo postupováno následovně.

1. Dle vyhlášky č. 296/2015 Sb., která stanovuje technologicko-ekonomické parametry pro jednotlivé kategorie OZE, je minimální rychlost větru v místě instalace vzhledem k efektivitě jejího využití pro produkci stanovena na hranici 6 m/s¹⁸. Dle platné legislativy dále není dovoleno umisťovat větrné turbíny v blízkosti bytových jednotek – minimální vzdálenost představuje 500 metrů od nejbližšího obydlí. Omezující jsou i další podmínky, zejména geografické, kdy se zohledňuje například i změna panoramatu krajiny.

¹⁸ Dle Svazu podnikatelů pro využití energetických zdrojů musí být v místě výstavby větrné elektrárny naměřena nebo jiným způsobem zjištěna ve výšce 30 metrů nad terénem roční průměrná rychlost větru minimálně 5,2 m/s. Oblasti s rychlostí větru nad 6 m/s jsou považovány za mimořádně vhodné pro výstavbu větrné elektrárny s velkým výkonem.

Obrázek 5.3 Větrná mapa ČR



zdroj: Aktualizace potenciálu větrné energie v České republice z perspektivy roku 2020

2. Další omezující podmínky pro instalaci větrných elektráren jsou následující:

- CHKO, národní parky, evropsky významné lokality, lesy ochranné, přírodní léčivé zdroje, lázeňská místa, turistické regiony, archeologické lokality,
- vojenské prostory,
- letecké koridory a blízká okolí hlavních letišť,
- vodní plochy a zdroje, řeky, pásma fyzické ochrany jaderných zařízení, liniové stavby a objekty:
 - vzdálenost mezi nejbližším vodičem nadzemního vedení o napětí vyšším než 52 kV a koncem listu rotoru větrné elektrárny v nejbližší vzdálenosti od vedení musí být v případě, že na vedení není realizováno opatření proti kmitání vodičů nejméně trojnásobkem průměru rotoru, nebo na vedení je realizováno opatření proti kmitání vodičů nejméně rovnající se průměru rotoru nebo výšce větrné elektrárny, vzdálenost mezi oplocením elektrické stanice o napětí vyšším než 52 kV a koncem listu rotoru větrné elektrárny v nejbližší vzdálenosti od vedení za bezvětrí musí být minimálně rovna výšce větrné elektrárny¹⁹,

¹⁹ Zákon č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

- ochranná pásma 150 m v okolí elektrických vedení vvn a 100 metrů v okolí silniční a železniční sítě.
3. Dle výše zmíněných limitujících podmínek a vyčlenění vhodného území vyplývá, že velká část území České republiky nemá vhodné podmínky pro instalaci větrných elektráren. Poměrově je vyčísleno, že 7 % území ČR je vhodné pro výstavbu větrných elektráren. Hodnota 7 % byla určena na základě metodologického postupu, o který se opírala také studie Akademie věd. Daný postup je založen na postupné redukci nevhodných oblastí pro větrné elektrárny dle pevně stanovených kritérií. V prvním kroku byl vymezen rozsah území, kde je za stávajících ekonomických podmínek výstavba větrníků rentabilní – zásadní limitující faktor je průměrná rychlost větru ve výšce 100 metrů nad povrchem. Oblasti s nejpříznivějšími podmínkami představují Krušné hory, část Vysočiny a část Nízkého Jeseníku.
 - V druhém kroku byly na zjištěném území s dostatečným větrným potenciálem aplikovány výše definované limity pro výstavbu větrné elektrárny zohledňující specifika daných oblastí (více v bodu 2.).
 - Oproti studii Akademie věd byla vhodná území navíc redukována i o historické a krajinné dominanty, kulturní památky, památková území, území UNESCO, dobývací prostor či ochranná pásma pohřebišť. Z metodologie dané studie byly využity kroky 1 a 2, částečně krok 3 (ve formě stanovení teoretických pozic větrné elektrárny vybrané modelové turbíny).
 4. Menší část celkového území, které je pro instalaci větrných elektráren vhodné, svůj potenciál již naplnila. Důvody představují využití stávající, dostupné, nelimitované plochy, státní hranice, případně geografické a infrastrukturní překážky nebo místní specifika, díky kterým není možné výstavbu větrné elektrárny provést. Nejvýraznější nefyzickou překážkou, která může navzdory jiným vhodným podmínkám vyvstat, je lokální opozice místních obyvatel a jejich nesouhlas s výstavbou větrníků v dané oblasti.
 5. Na základě podrobné analýzy jednotlivých typů komunit bylo zhodnoceno, že větrné elektrárny nejsou pro bytové domy, průmyslové a zemědělské areály vhodnými technologiemi, případně nesplňují podmínky pro instalaci větrníků v jejich blízkosti. Z podstaty definice komunity byl jejich technický potenciál stanoven na nulu.
 6. Vzhledem k časové a finanční náročnosti projektu výstavby větrné elektrárny zahrnující také přípravu navazující infrastruktury se předpokládá, že je žádoucí instalovat v lokalitě více než jednu větrnou turbínu. V této studii je uvažována instalace dvou turbín jak pro města, tak také pro obce.
 7. Pro výpočet technického potenciálu byla zvolena typová větrná turbína společnosti Nordex (Nordex 117). Průměr rotoru turbíny s nominálním výkonem 3,6 MW představuje 117 metrů, přičemž dané zařízení je určeno primárně k onshore instalaci. Jako minimální vzdálenost mezi turbínami je uvažován pětinasobek průměru rotoru (5d). Roční využitelnost turbíny dosahuje mírně přes 2 000 hodin s výrobou okolo 7,4 GWh.

TECHNICKÝ POTENCIÁL MALÉ OBCE

Stejně jako u celkového území ČR, kdy bylo identifikováno, že 7 % plochy je vhodných pro větrné elektrárny, se přistupuje také u obcí. Předpokládá se tedy, že pouze 7 % obcí má v rámci svého katastrálního území vhodnou lokalitu pro instalaci této technologie²⁰. Výsledkem je 99 obcí, které mají vhodné podmínky pro rozvoj větrných elektráren. Při uvažování počtu dvou větrných elektráren (nižší investiční náročnost) je technický potenciál na úrovni 710 MW instalovaného výkonu.

Vzhledem k definici energetických komunit (začátek kapitoly 2.) je nezbytná diskuze, jak vyrobenou elektřinu zužít. Roční výroba dvou větrníků dosahuje přibližně 7 400 MWh, což výrazně převyšuje spotřebu všech obecních budov. Jednou z alternativ je využití přebytků v rámci denní či sezónní akumulace (řešeno dále v textu). Další alternativu představuje sdílení elektřiny napříč obcemi²¹, například v rámci okruhu 20 kilometrů (jedná se o zahraniční praxi, ovšem záleží na možnostech a zejména ceně sdílení elektřiny napříč distribuční soustavou). Tato alternativa by však umožňovala efektivní využití obnovitelné elektřiny, přičemž zbylou část lze využít také pro akumulaci.

TECHNICKÝ POTENCIÁL MĚSTA

Při vyčíslení technického potenciálu měst je použitý stejný přístup jako u obcí. Vhodné podmínky pro rozvoj větrných elektráren má 7 % měst (navíc je nutné mít na zřeteli, že stejně jako u obcí se bude pravděpodobně jednat o pronajaté plochy). Zároveň i v tomto případě je potřeba naložit s vyrobenou elektřinou, která převyšuje spotřebu městských objektů. Na základě výše uvedeného je technický potenciál měst stanovený na 242 MW výkonu.

SHRNUTÍ TECHNICKÉHO POTENCIÁLU

Jak již bylo výše uvedeno, větrné elektrárny představují specifickou technologii, která se nezdá příliš vhodná pro využívání v rámci komunitní energetiky (investiční náročnost a výroba převyšují spotřebu). Pro zdárnou integraci této technologie bude nezbytné zajistit uplatnění vyrobené elektřiny pravděpodobně na úrovni více obcí či městských celků, zároveň tomu musí být uzpůsobeno využívání distribuční soustavy. Bytové domy, průmyslové areály a zemědělská družstva byly identifikovány jako nevhodné pro využívání větrné energie v kontextu komunitní energetiky. Technický potenciál obcí dosáhl 710 MW instalovaného výkonu a u měst 242 MW. Následující tabulka ještě výše uvedené shrnuje.

²⁰ Byla snaha o provedení lokálního šetření a identifikování přesného počtu obcí, ovšem původní výsledky byly zavádějící a potřebná úroveň detailu převyšuje zaměření a rozsah této studie.

²¹ Nemusí se nutně jednat pouze o obce, můžou to být i právnické nebo fyzické osoby, jedná se však pouze o teoretickou úvahu.

Tabulka 5.1 Technický potenciál větrných elektráren²²

	celkový instalovaný výkon (MW)	celková výroba elektřiny (GWh)
bytový dům	0	0
malá obec	710	1 454
město	242	496
průmyslový areál	0	0
zemědělský areál	0	0
technický potenciál celkem	952	1950

5.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Ve výpočtu ekonomického potenciálu jsou uvažovány typové větrníky společnosti Nordex o výkonu 3,6 MW (označení Nordex 117). Náklady spojené s dodávkou technologie jsou vyčíslené na 346 mil. CZK (dvě věže) a dodatečné náklady spojené s instalací, napojením na síť, pronájmem pozemku atd. odpovídají 54 mil. CZK. Celkové náklady na pořízení dvou věží jsou tedy 400 mil. CZK. Po zohlednění dotací ve výšce 50 % CAPEX tvoří celkové náklady na pořízení stejného počtu věží 175 mil. CZK (jak bude patrné dále, tato dotace má značný vliv na dobu návratnosti)²³. Náklady na technologii byly porovnány s finančním modelem pracujícím s nákladovou strukturou na výstavbu větrníku o shodných parametrech jako v případě zvolené turbíny²⁴.

Rozvoj větrných elektráren je spojen s výrazně větší investiční náročností než například fotovoltaické elektrárny – z toho důvodu jsou také uvažovány pouze dva větrníky, protože už počet čtyři představuje investici na úrovni téměř 700 mil. CZK, což výrazně přesahuje investiční možnosti obcí. Pro ilustraci, obce nacházející se ve vhodných lokalitách (zejména obce okresů Jihlava, Karlovy Vary a Chomutov) o velikosti 1 200 – 2 500 obyvatel mají roční rozpočet přibližně 50 mil. CZK. Vzhledem k tomu, že jsou náklady na samotnou technologii (bez výstavby, řízení dodávky a uvedení do provozu) a celkové náklady na 1 větrník (včetně nákladů vlastníka) daný rozpočet přesahují, je zřejmé, že na financování takového projektu je i s dotacemi potřebná součinnost několika obcí. Na optimalizaci výnosů by u technologie VTE bylo možné v budoucnu využít také smlouvy o nákupu elektřiny, uzavírané na delší dobu (obvykle 5-20 let). Tyto dohody jsou výhodné právě pro obnovitelné zdroje energie z důvodu, že fixní cena představuje možnost vyrovnání rozdílů způsobených nestálostí daného zdroje.

²² Vzhledem k použití odlišného metodologického postupu v porovnání se *Studii potenciálu komunitní energetiky v obcích a bytových domech* vyhotovené v roce 2021 nejsou hodnoty vypočteného technického potenciálu pro jednotlivé typy komunit identické. Důvodem jsou rozdílně definované vstupní údaje o typické komunitě a samotné rozdělení na jednotlivé komunity, nedostatečné údaje o potenciálně použitelné ploše pro výstavbu VTE nebo možné nepřesnosti redukčního postupu aplikovaného na potenciálně přístupné plochy pro VTE v ČR.

²³ Typicky se může jednat například o Modernizační fond, který větrné elektrárny investičně podporuje.

²⁴ Finanční model pro výstavbu VTE Edbodmer - <https://edbodmer.com/wind-models/>. Odchytky ve výstupu jednotlivých parametrů jsou způsobeny odlišnostmi v jednotlivých položkách nákladové struktury.

Ve výpočtu ekonomického potenciálu je uvažována roční doba využití 2 000 hodin, která odpovídá dnešnímu využití. Vzhledem k výrazně vyšší roční výrobě elektřiny vůči nižší roční spotřebě jedné obce nebo města v kontrastu se snahou minimalizovat přetoky do sítě (mít vyrovnanou bilanci výroby a spotřeby) je patrné, že větrná elektrárna není oproti jiným zdrojům jako technologie pro komunitní energetiku příliš vhodná.

VÝPOČET EKONOMICKÉHO POTENCIÁLU

Ekonomický potenciál se odvíjí od doby návratnosti, která je zjednodušeně bilancí výnosů a nákladů. Mezi výnosy spadá výroba elektřiny, respektive její dodávka v rámci komunity nebo do DS. Cena elektřiny pro spotřebu v rámci komunity je rovna koncové ceně elektřiny dle variant (2.3). Pro dodávky elektřiny do DS (přetoky) je uvažováno, že došlo uzavření PPA dohod mezi dodavatelem a odběratelem²⁵ (taková dohoda má značný dopad na dobu návratnosti) Cena takové elektřiny dodané do sítě, což také znamená výnosy, se rovná 80 % aktuální trhové silové elektřině. Na druhé straně bilance jsou náklady, které vyjma počáteční investice (snížené dotaci) zahrnují provozní náklady, které představují 1 % z kapitálových nákladů. Stejně jako u fotovoltaiky, byla spotřeba (odběr) v rámci komunity rozšířený o dodatečné subjekty soukromého charakteru, které doplňují objekty vlastněné municipalitami (Kapitola 14).

Z důvodu, že se v případě VTE jedná o intermitentní zdroj, který v průběhu roku neposkytuje rovnoměrný výkon, je dodávka elektřiny pro spotřebu komunity rozdělena mezi vlastní výrobu a dodávky ze sítě. V rámci celkové spotřeby ve městské a obecní komunitě (objekty spadající do vlastnictví těchto municipalit) bylo expertně stanovené využití dodávky elektřiny vyrobené z komunitní VTE na 60 %, zbylých 40 % je uvažováno spotřebovat ze sítě. Daný poměr závisí především na výši spotřeby dané komunity a výši instalovaného výkonu VTE. Nižší instalovaný výkon VTE vplývá na nárůst vlastního využití VTE a zkracování doby návratnosti, ovšem také ovlivňuje nárůst odběru ze sítě. Využití elektřiny nad 70 % z vlastní výroby VTE výrazně snižuje návratnost technologie.

VÝPOČET EKONOMICKÉHO POTENCIÁLU OBCÍ PRO VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Jak už bylo výše diskutováno, výroba větrných elektráren je neúměrně velká spotřebě (odběru) v rámci komunit. To stejné platí i obce, proto je počet subjektů energetické komunity pro napojení na jeden větrný park v této studii stanoven na čtyři obce z přílehlého okolí. Tento počet se v systémech energetických společenství skrze Evropu poměrně liší, a to na základě odlišných přístupů členských států k pravidlům ohledně komunitní energetiky²⁶. Francouzský

²⁵ Taková dohoda odporuje základnímu principu komunitní energetiky o sdílení výroby a vyrovnané bilanci výroby a spotřeby: Vzhledem k tomu, že přebytek výroby nad spotřebou je značný a elektřinu již není kde uplatit, nabízí se uzavření PPA jako logický krok.

²⁶ Fyzické omezení komunit využívající obnovitelné zdroje v některých případech zakládá na typologii elektrické sítě, jako např. v Rakousku, Slovinsku nebo Itálii. Jiné země se v limitování zaměřují spíše na geografické nebo administrativní hranice, které představují obce a zohledňují také strukturu jejich osídlení (např. Litva nebo Polsko, které stanovuje omezení pro maximálně tři přímo sousedící energetická společenství, přičemž počet členů jednoho společenství by neměl přesáhnout 1000 subjektů).

právní systém stanovuje pro energetické komunity a jich kolektivní samospotřebu tzv. obvodové pravidlo, které zahrnuje subjekty v rámci konkrétně stanovené geografické vzdálenosti. Od r. 2019 je ve Francii oblast kolektivní samospotřeby určena na 2 km. Vzhledem k možným nepřesnostem při výběru počtu obcí v rámci klastru, které by měly tvořit energetickou komunitu pro spotřebu energie VTE (geografická specifika vybraných vhodných oblastí v ČR, nejednotné charakteristiky každé z obcí v oblasti apod.), by právě francouzský model založený na obvodové vzdálenosti jednotlivých subjektů mohl sloužit jako vhodný příklad pro českou praxi. Postup výpočtu je shodný s postupem u městských komunit.

Tabulka 5.2 Určení doby návratnosti pro varianty u obecních komunit

obce	střední	minimální	maximální	jednotky
roční spotřeba komunity (původní)	1 024	1 024	1 024	MWh
roční spotřeba dalších objektů (dodatečná)	4 400	4 400	4 400	MWh
roční spotřeba (celkem)	5 424	5 424	5 424	MWh
výroba z VTE	14 400	14 400	14 400	MWh
dodávka do komunity	614	614	614	MWh
dodávka do dalších objektů	2 640	2 640	2 640	MWh
dodávka elektřiny do sítě	11 146	11 146	11 146	MWh
výnosy elektřina přetoky do DS	3 000	2 000	4 000	CZK/MWh
výnosy elektřina komunitní spotřeba	6 300	5 100	7 600	CZK/MWh
instalovaný výkon VTE	7,2	7,2	7,2	MW
CAPEX	400 000	400 000	400 000	tis. CZK
CAPEX s dotací 50 %	200 000	200 000	200 000	tis. CZK
OPEX	4 000	4 000	4 000	tis. CZK
roční výnosy komunitní dodávka	20 503	16 597	24 733	tis. CZK
poplatky za distribuci v rámci komunity	8 038	8 038	8 038	tis. CZK
roční výnosy přetoky do DS	33 437	22 291	44 582	tis. CZK
výnosy celkem	37 863	22 812	53 239	tis. CZK
doba návratnosti bez dotace	9,5	14,9	7,0	let
doba návratnosti s dotací	4,8	7,4	3,5	let

Následující tabulka shrnuje výpočet ekonomického potenciálu obcí ve třech variantách, přičemž doba návratnosti s dotací v jednotlivých variantách je v rozmezí od 3,5 až 7,4 let. Ekonomický potenciál s dotací ve Střední variantě se pohybuje na úrovni 484 MW, v Minimální 357 MW a v Maximální variantě 545 MW.

Valonsko definuje „místní perimetr“, jako „technicky, sociálně, ekonomicky a ekologicky optimální“ část sítě na podporu místní vlastní spotřeby, jehož přípojné místa jsou umístěna za jednou nebo více stanicemi veřejné transformace elektřiny středního a/nebo nízkého napětí. Na rozdíl od prostorových hranic vzdáleností tedy mohou mít místní obvody různý rozsah.

Tabulka 5.3 Určení ekonomického potenciálu pro varianty u obecních komunit

	střední	minimální	maximální	jednotky
bez dotace	258	5	379	MW
s dotací 50 %	484	357	545	MW

VÝPOČET EKONOMICKÉHO POTENCIÁLU MĚST PRO VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Tabulka 5.4 Určení doby návratnosti pro varianty u městských komunit

město	střední	minimální	maximální	jednotky
roční spotřeba komunity (původní)	1 280	1 280	1 280	MWh
roční spotřeba dalších objektů (dodatečná)	5 940	5 940	5 940	MWh
roční spotřeba (celkem)	7 220	7 220	7 220	MWh
výroba z VTE	14 400	14 400	14 400	MWh
dodávka do komunity	768	768	768	MWh
dodávka do dalších objektů	3 564	3 564	3 564	MWh
dodávka elektřiny do sítě	10 068	10 068	10 068	MWh
výnosy elektřina přetoky do DS	3 000	2 000	4 000	CZK/MWh
výnosy elektřina komunitní spotřeba	6 300	5 100	7 600	CZK/MWh
instalovaný výkon VTE	7,2	7,2	7,2	MW
CAPEX	400 000	400 000	400 000	tis. CZK
CAPEX s dotací 50 %	200 000	200 000	200 000	tis. CZK
OPEX	4 000	4 000	4 000	tis. CZK
roční výnosy komunitní dodávka	27 292	22 093	32 923	tis. CZK
poplatky za distribuci v rámci komunity	10 700	10 700	10 700	tis. CZK
roční výnosy přetoky do DS	30 204	20 136	40 272	tis. CZK
výnosy celkem	46 796	31 529	62 495	tis. CZK
doba návratnosti bez dotace	9,3	14,5	6,8	let
doba návratnosti s dotací	4,7	7,3	3,4	let

Následující tabulka shrnuje výpočet ekonomického potenciálu městských komunit ve třech variantách, přičemž doba návratnosti s dotací v jednotlivých variantách je v rozmezí 3,4 až 7,3 let. Ekonomický potenciál s dotací ve Střední variantě se pohybuje na úrovni 167 MW. V Minimální variantě se jedná o 125 MW a v Maximální variantě o téměř 187 MW.

Tabulka 5.5 Určení ekonomického potenciálu pro varianty u městských komunit

	střední	minimální	maximální	jednotky
bez dotace	91	8	132	MW
s dotací 50 %	167	125	187	MW

5.3 SHRNUTÍ

Větrné elektrárny představují pro komunitní energetiku poměrně ambiciózní zdroj z hlediska vstupních nákladů i množství vyrobené energie, která je využitelná pro vlastní spotřebu jen z menší části. Z hlediska využití v rámci komunit bylo konstatováno, že je tato technologie nevhodná pro průmyslné a zemědělské areály a také bytové domy. Navzdory faktu, že jde o intermitentní zdroj zde oproti fotovoltaice představuje výhodu dodávání elektrické energie také v zimních měsících. Jako zajímavá varianta využití se pro obecné komunity z hlediska financování tedy jeví propojení nejenom více celků (obcí), ale také kombinování několika různých obnovitelných zdrojů energie, umožňující zkrácení návratnosti investic.

Tabulka 5.6 Shrnutí technického a ekonomického potenciálu s dotací u VTE (MW)

typ komunity	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
město	242	167	125	187
obec	710	484	357	545
celkem	952	651	482	732

Ekonomický potenciál je stanovený na základě prosté doby návratnosti (bilance nákladů a výnosů). U větrných elektráren výnosy představují dodávku elektřiny a na nákladové stránce jsou to zejména investiční náklady na výstavbu technologie a relativně zanedbatelné provozní náklady. Největší ekonomický a také technický potenciál je u obcí. Měrná roční úspora představuje u městských komunit Střední varianty téměř 8 mil. CZK/MW, u varianty Minimální téměř 6 mil. CZK/MW a u varianty Maximální 10 mil. CZK/MW. U obecních komunit jsou scénáře následující: Střední dosahuje výše 7,5 mil. CZK/MW, Minimální 5,5 mil. CZK/MW a Maximální 9,6 mil. CZK/MW.

6 PLYNOVÉ ZDROJE

Jako plynový zdroj je v rámci provedených analýz chápána kogenerační jednotka (KGJ), ve které je v procesu kombinované výroby vyráběna elektřina a teplo (KVET). Tímto způsobem je možné běžně dosáhnout úspory paliva 20-30 % oproti oddělené výrobě elektřiny a tepla. V zařízeních KVET se vyrábí přibližně 12 % elektřiny, zatím s výrazným podílem výroby z uhlí. Jsou tedy významnou součástí energetického mixu, a navíc ve státních energetických strategiích je jejich rozvoj systematicky podporován. Podpora je dvojího druhu, ať už to jsou investiční dotační programy nebo provozní podpora (zelený bonus). V rámci řešených typů komunit budou uvažovány kogenerace o velikosti do 50 kW, tedy tzv. mikrokogenerace. V některých větších objektech, typu větší průmyslový areál, mohou být vhodné podmínky i pro instalaci o výkonu přibližně 50-200 kW.

Nejběžnější typ kogenerace využívající jako palivo zemní plyn je spalovací motor. Na trhu je celá řada jednotek, které splňují dnešní náročné požadavky, zejména na hluk, vibrace i emise. Mikrokogenerace jsou velice kompaktní a je tedy možné je umístit do řady objektů, ať už do technické místnosti na místě technicky dožitých plynových kotlů, či při nedostatku místa i na střechu. Kromě spalovacího motoru se mohou využívat také plynové mikroturbíny nebo další nové technologie (Stirlingův motor, palivový článěk). Ty se však zatím vyznačují vyššími investičními náklady dosud omezujícími jejich širší využívání.

6.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

Provoz mikrokogenerací je uvažován primárně na napěťové hladině nn. Jsou dimenzovány tak, aby bylo veškeré vyrobené teplo využito. Typicky jsou dimenzovány na pokrytí přibližně 60-80% spotřeby tepla, zbylé teplo je obvykle vyrobeno ve špičkovém/záložním plynovém kotli.

Dimenzování kogeneračních zdrojů je také ovlivněno a často omezeno velikostí a průběhem spotřeby elektřiny, neboť u těchto malých instalací není prodej elektřiny do sítě výhodný. Kogenerace je proto obvykle dimenzována tak, aby se elektřina, pokud možno, spotřebovala, čímž se uspoří jak na nákupu elektřiny, tak na vysokých variabilních složkách distribuce na hladině nn. V této studii však předpokládáme, že přebytky elektřiny bude možné uplatnit v rámci energetické komunity, což umožní instalovat větší kogeneraci optimálně z hlediska potřeby tepla a dosáhnout tak lepší ekonomiky provozu.

Jako u řady jiných technologií i u kogenerací platí, že čím větší je kogenerace, tím lepší jsou její technickoekonomické parametry. V případě komunit s více budovami se proto předpokládá částečné sdružení tepelné sítě (ať už stávající či nové, vyvolané instalací kogenerace pro zajištění její lepší ekonomiky provozu kogeneračních jednotek).

Elektrická účinnost mikrokogenerace se pohybuje mezi 27–35 %, celková pak mezi 90 až 95 %. Ve studii jsou uvažovány tyto průměrné parametry:

- elektrický výkon: 10 kW, tepelný výkon 20,5 kW,

- roční projezd okolo 5 000 hodin plného výkonu (podporovaný projezd až 6 000 h/rok),
- elektrická účinnost 30 %, tepelná účinnost 62 %, celková účinnost 92 %,
- cena: 800 000 CZK,
- pokrytí potřeby tepla 70 %,
- pokrytí potřeby elektřiny 70 %.

Velikosti a počty kogenerací v jednotlivých typech komunit jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 6.1 Možné výkony KGJ v jednotlivých typech komunit

energetická komunita		bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
elektrický výkon všech KGJ v komunitě	kW	7	72	362	98	14
počet KGJ v komunitě	ks	1	3	45	1	7
elektrický výkon jedné KGJ	kW	7	24	8	98	2
reálné pokrytí vlastní spotřeby elektřiny z kogenerace	%	70%	70%	70%	70%	70%
podíl elektřiny vyrobené v kogeneraci dodané mimo komunitu	%	59%	50%	51%	0%	0%

Zásadní pro výpočet technického potenciálu je, že u objektů připojených na CZT se nepředpokládá instalace lokální plynové kogenerace. Mezi další omezení patří:

- Neexistující přípojka zemního plynu, případně nemožnost jejího vybudování.
- Technické podmínky pro instalaci, tedy dostatečný prostor pro instalaci kogenerační jednotky včetně akumulátoru tepla o velikost ca. 0,1-0,2 m³/kW_e.
- Možnost napojení na distribuční síť a vyvedení výkonu.
- Hluková omezení apod.

Výsledný technický potenciál je dán součinem možného výkonu KGJ v komunitě, počtu komunit násobeno procentem technického potenciálu dle specifikovaných omezení.

Tabulka 6.2 Technický potenciál plynových KGJ

energetická komunita	bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
počet komunit	219 026	1 408	480	2 329	492
bez CZT	35%	50%	20%	80%	95%
existuje nebo je možná přípojka plynu	90%	90%	90%	80%	80%
technické podmínky pro instalaci KGJ	70%	80%	60%	90%	90%
výsledný technický potenciál	22%	36%	11%	58%	68%
počet vhodných komunit	48 295	507	52	1 342	337
celkový počet kogenerací	48 295	1 521	2 333	1 342	2 356
výsledný technický potenciál (MW_e)	360	37	19	131	5

6.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Na rozdíl od čistě výtopenských zdrojů spočívá zásadní benefit kogeneračních jednotek v kombinované výrobě elektřiny i tepla. Prakticky to znamená, že výnosy neplynou pouze z dodávky tepla, ale také z vyrobené elektřiny, která může být spotřebována v rámci energetické komunity nebo dodána do sítě. Výpočet ekonomického potenciálu je nastavený tak, že elektřina spotřebovaná v rámci komunity má vyšší hodnotu (protože jí komunita nemusí odebírat ze sítě), kdežto přebytky elektřiny dodané do DS mají zpravidla hodnotu 20 % silové elektřiny dle jednotlivých variant (tabulka 2.3). Taková nízká cena je způsobena tím, že využívání kogeneračních jednotek je odvislé od poptávky po teple, čemuž odpovídá také výroba elektřiny (obvykle jsou to období s nižší poptávkou po elektřině a také cenou). Pro úplnost je potřeba dodat, že v rámci výnosů není uvažováno poskytování služeb výkonové rovnováhy (věnuje se tomu samostatná kapitola).

Druhou stranu výpočtu představují náklady na palivo (v tomto případě zemní plyn) a provozní náklady. Na rozdíl od jiných technologií obnovitelných zdrojů není součástí výpočtu investiční dotace, což je jednak dáno tím, že se nejedná o obnovitelnou technologii a také nastavením dotačních mechanismů (například Modernizační fond nepodporuje výstavbu nových zdrojů na „zelené louce“).

Specifikem výpočtu jsou opět ceny komodit a jejich variantnost. Zjednodušeně vyšší cena elektřiny znamená vyšší výnosy, a tedy i nižší dobu návratnosti. U zemního plynu to platí inverzně, tedy čím nižší cena komodity, tím nižší náklady a opět nižší doba návratnosti. Nastavení variant (dle kapitoly 2.) tomto případě naráží na nedostatky. Zároveň je očekávána vysoká cena elektřiny a vysoká cena zemního plynu (varianta maximální), to má za následek vyšší výnosy ovšem také vyšší náklady. Obráceně (varianta minimální) zase znamená u kogeneračních jednotek nižší výnosy i nižší náklady a výpočet tak postrádá zásadní variantnost. Proto je v rámci výpočtu ekonomického potenciálu variována pouze cena elektřiny a cena zemního plynu je invariantní (odpovídá střední variantě). Pro úplnost je potřeba dodat, že výnosy za vyrobené teplo jsou stejné jako u jiných výtopenských technologií na úrovni 800 CZK/GJ (invariantně).

Tabulka 6.3 Výpočet doby návratnosti (střední varianta)

		bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
spotřeba elektřina	MWh	22	256	1 280	6 000	300
spotřeba zemní plyn	MWh	110	1 069	5 364	6 000	900
spotřeba tepla (pouze TUV)	MWh	105	1 016	5 096	1 200	200
spotřeba tepla (pouze TUV)	GJ	376	3 656	18 345	4 320	720
pokrytí vlastní spotřeby elektřiny	%	70%	70%	70%	70%	70%
podíl el. dodané mimo komunitu	%	59%	50%	51%	0%	0%
podíl výroby tepla	%	70%	70%	70%	70%	70%
roční projezd kogenerace	hodiny	5 366	4 978	5 051	5 000	5 000
výroba elektřiny pro komunitu	MWh	15	179	896	490	70
výroba elektřiny do DS (přetoky)	MWh	22	179	933	0	0
výroba elektřiny celkem	MWh	38	358	1 829	490	70
výroba tepla	GJ	263	2 559	12 841	3 024	504
podíl elektřiny a tepla	%	0,51	0,50	0,51	0,58	0,50
spotřeba zemní plyn (výhřevnost)	MWh	125	1 195	6 095	1 633	233
výnosy elektřina komunitní spotřeba	CZK/MWh	5 860	6 320	6 320	4 690	6 300
výnosy elektřina přetoky do DS	CZK/MWh	750	750	750	750	750
výnosy výroba tepla	CZK/GJ	800	800	800	800	800
cena zemní plyn (spalné teplo)	CZK/MWh	1 716	1 762	1 762	1 735	1 755
roční výnosy elektřina komunita	tisíc CZK	90	1 133	5 663	2 298	441
poplatky za dsitřbuci v komunitě	tisíc CZK	0	443	2 213	0	0
roční výnosy elektřina přetoky do DS	tisíc CZK	17	134	699	0	0
roční výnosy teplo	tisíc CZK	211	2 047	10 273	2 419	403
celkové roční výnosy	tisíc CZK	318	2 872	14 422	4 717	844
roční náklady na palivo	tisíc CZK	238	2 337	11 923	3 146	455
roční OPEX	tisíc CZK	28	252	1 448	245	84
celkové roční náklady	tisíc CZK	266	2 589	13 371	3 391	539
výnosy-náklady	tisíc CZK	51	283	1 051	1 327	306
CAPEX	tisíc CZK	560	5 040	28 960	4 900	1 680
prostá doba návratnosti	roky	11,0	17,8	27,5	3,7	5,5

Jak je patrné z předešlé tabulky, nejnižší doby návratnosti dosahují průmyslové areály společně se zemědělskými družstvy a nejhorší návratnost je u bytových domů. Dále je pak ze třetího a čtvrtého řádku tabulky patrné, že kogenerační jednotky zajišťují teplo pouze pro vytápění a pro přípravu TUV, nikoliv pro technologickou spotřebu. Jelikož je jedinou diferencující proměnou cena elektřiny, respektive výnosy z ní plynoucí, následující tabulka již pouze shrnuje prosté doby návratnosti napříč jednotlivými variantami. Pro lepší přehlednost jsou součástí také ceny elektřiny uvedené v tabulce.

Tabulka 6.4 Shrnutí prosté doby návratnosti napříč variantami

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
mezně požadovaná doba návratnosti	10,0	15,0	15,0	5,0	7,0
střední varianta					
výnosy el. komunitní spotřeba (CZK/MWh)	5 860	6 320	6 320	4 690	6 300
výnosy el. přetoky do DS (CZK/MWh)	750	750	750	750	750
prostá doba návratnosti	11,0	17,8	27,5	3,7	5,5
podíl z technického potenciálu (%)	0,0	0,0	0,0	26,1	21,5
minimální varianta					
výnosy el. komunitní spotřeba (CZK/MWh)	4 610	5 070	5 070	3 440	5 050
výnosy el. přetoky do DS (CZK/MWh)	500	500	500	500	500
prostá doba návratnosti	21,3	-	-	6,9	7,7
podíl z technického potenciálu (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
maximální varianta					
výnosy el. komunitní spotřeba (CZK/MWh)	7 110	7 570	7 570	5 940	7 550
výnosy el. přetoky do DS (CZK/MWh)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
prostá doba návratnosti	7,4	9,1	12,0	2,5	4,3
podíl z technického potenciálu (%)	26,2	39,1	19,7	49,5	39,0

Na základě předešlé tabulky lze dopočítat výsledný ekonomický potenciál kogeneračních jednotek pro každou z variant (jedná se o redukcí hodnot technického potenciálu). Obecně lze říci, že nejvýhodnější je instalování kogeneračních jednotek u typů komunit, kde jsou minimální přetoky vyrobené elektřiny do DS, což je případ průmyslových areálů a zemědělského družstva. Dalším prvkem jsou úspory z rozsahu, které negativně ovlivňují dobu návratnosti například u bytových domů.

Tabulka 6.5 Ekonomický potenciál řešených variant (MW_e)

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
střední varianta	0	0	0	34	1
minimální varianta	0	0	0	0	0
maximální varianta	94	14	4	65	2

6.3 SHRNU TÍ

Plynové zdroje, respektive v tomto případě kogenerační jednotky, nabízejí na rozdíl od jiných technologií zásadní benefit v podobě kombinované výroby elektřiny a tepla. Ekonomickým úhlem pohledu se jedná o zajišťování (hedging). V případě pouhé monovýroby tepla je navýšení ceny paliva (zemního plynu) obvykle automaticky přeneseno na koncovou cenu tepla, jelikož elektřina koreluje s cenou zemního plynu, znamená to, že vyšší výnosy z prodeje elektřiny kompenzují tyto náklady. I přes závislost na využívání fosilního zemního plynu (v budoucnu může nahradit vodík nebo biometan) mají kogenerační jednotky nespornou

výhodu ve schopnosti flexibilního provozu a rychlých startů, což zejména v období s velkou výrobou z obnovitelných zdrojů bude důležitá přidaná hodnota technologie.

Instalovaný výkon kogeneračních jednotek a jejich projezd jsou odvislé od digramu poptávky po teple pro každou z řešených komunit. Kogenerace jsou dimenzovány na pokrytí přibližně 60 až 80% spotřeby tepla (zbylé teplo je obvykle vyrobeno ve špičkovém/záložním plynovém kotli) – není rentabilní dimenzovat kogenerační zdroj na pokrytí 100 % poptávky po teple. V důsledku zohlednění proměnných, jako jsou existující přípojka na zemní plyn, vhodné prostory, vyvedení výkonu, hluková omezení a podobně, byl stanoven počet vhodných lokalit pro potenciální instalaci kogeneračního zdroje. Na počet lokalit navázal optimální instalovaný výkon, všechny tyto aspekty výpočtu technického potenciálu shrnuje následující tabulka.

Tabulka 6.6 Shrnutí technického potenciálu kogeneračních jednotek

energetická komunita	bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
počet komunit	219 026	1 408	480	2 329	492
bez CZT	35%	50%	20%	80%	95%
existuje nebo je možná přípojka plynu	90%	90%	90%	80%	80%
technické podmínky pro instalaci KGJ	70%	80%	60%	90%	90%
výsledný technický potenciál	22%	36%	11%	58%	68%
počet vhodných komunit	48 295	507	52	1 342	337
počet KGJ v komunitě	1	3	45	1	7
výkon jedné KGJ (kW _e)	7	24	8	98	2
výkon všech KGJ v komunitě (kW_e)	7,5	72,3	362,1	98,0	13,5
celkový počet kogenerací	48 295	1 521	2 333	1 342	2 356
výsledný technický potenciál (MW_e)	359,9	36,7	18,8	131,5	4,6

Ekonomický potenciál je stanoven na základě prosté doby návratnosti (bilance nákladů a výnosů). U kogeneračních zdrojů jsou zásadní výnosy, které plynou z dodávky (výroby) elektřiny ať už v rámci komunity nebo do distribuční sítě a výroby tepla. Na nákladové straně výpočtu se nachází zejména náklady na palivo (zemní plyn) a dále také náklady na investici a provoz. Obecně lze říci, že nejvýhodnější je instalování kogeneračních jednotek u typů komunit, kde jsou minimální přetoky vyrobené elektřiny do distribuční sítě, což je případ průmyslových areálů a zemědělského družstva.

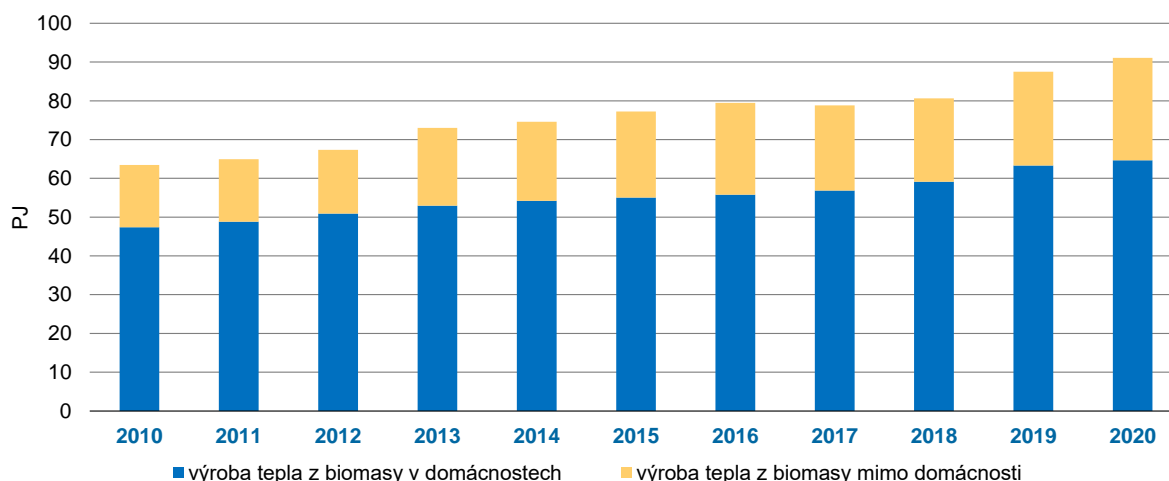
Tabulka 6.7 Shrnutí ekonomického potenciálu kogeneračních jednotek (MW_e)

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
střední varianta	0	0	0	34	1
minimální varianta	0	0	0	0	0
maximální varianta	94	14	4	65	2

7 ZDROJE SPALUJÍCÍ BIOMASU

Popularita energetického využití biomasy během posledních let stoupá mimo jiné proto, že se z hlediska emisí CO₂ považuje za bilančně neutrální. Biomasa se primárně využívá pro výrobu elektřiny a tepla na úrovni centrálních zdrojů. V České republice mezi lety 2010 a 2020 vzrostla hrubá výroba elektřiny z biomasy z 1 492 GWh na 2 499 GWh (o více než 67 % oproti hodnotám z roku 2010) a výroba tepla z biomasy mimo domácnosti z 16 PJ na 26,5 PJ (o více než 64 % oproti hodnotám z roku 2010). Za stejné období značně vzrostlo také využití biomasy pro vytápění domácností, kde palivové dřevo postupně nahradilo dříve spalované uhlí. Biomasa je v kontextu obnovitelných zdrojů energie nezastupitelným palivem pro výrobu tepla, což dokazuje její 85% podíl na celkové výrobě tepla z obnovitelných zdrojů energie a 15% podíl na celkové výrobě tepla ze všech zdrojů v České republice za rok 2021.

Obrázek 7.1 Vývoj výroby tepla z biomasy



Kvalitu biomasy určuje obsah vody, jejíž množství přímo ovlivňuje proces spalování – s klesajícím obsahem vody roste výhřevnost biomasy. Mezi nejběžnější formy biomasy se řadí dřevní odpad, piliny a štěpka, rostlinné materiály, celulóznové výluhy či sekundárně zpracované dřevěné pelety a brikety.

Na úrovni komunitních a lokálních energetik lze biomasu spalovat na roštech biomasových kotlů, do kterých je palivo automaticky dopravováno ze zásobníku. Výhodami moderních biomasových kotlů je pak automatizace vsázky paliva, regulovatelnost výkonu a vysoká účinnost. Spalování biomasy je z pohledu produkce CO₂ považováno za ekologičtější než spalování zemního plynu. Nevýhodou však může být nekompatibilita kotlů s odlišným typem paliva, než pro které je daný kotel určen (například dřevěné pelety, štěpka, sláma či palivové dřevo). Životnost kotlů na biomasu dosahuje 20 a více let.

7.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL BIOMASY

Výpočet technického potenciálu biomasových kotlů pro města, obce a průmyslové areály vychází z následujících předpokladů:

- kotle v obecních a městských budovách spalují dřevěné pelety a brikety s výhřevností 18 MJ/kg,
- kotle v průmyslových areálech spalují dřevní štěpku, odpad a piliny s výhřevností 12 MJ/kg,
- účinnost kotlů na biomasu je 90 %,
- měrná spotřeba tepla na vytápění je 100 W/m²,
- roční spotřeba paliva je 0,8 t/rok na 1 kW výkonu kotle,
- počty městských/obecních budov, průmyslových areálů a velikosti vytápěných ploch vychází z údajů stanovených v kapitole 3.

Při výpočtu technického potenciálu byl uplatněn tento postup:

- stanoven počet budov a průmyslových areálů bez CZT,
- stanoven počet budov a průmyslových areálů s vhodnými technickými podmínkami pro instalaci biomasového kotle,
- s ohledem na předpoklady vypočten potřebný výkon kotle pro 1 budovu/1 průmyslový areál s průměrnou vytápěnou plochou,
- vypočten instalovaný výkon všech kotlů v 1 komunitě,
- vypočten celkový instalovaný výkon kotlů pro jednotlivé typy komunit,
- vypočtena roční spotřeba paliva,
- vypočteno ročně vyrobené teplo na 1 komunitu a celkové ročně vyrobené teplo.

U městských budov se předpokládá, že k CZT je připojeno 80 % z celkového počtu budov, u obecních budov 50 % a u průmyslových areálů 20 %. U těchto objektů se tedy nepočítá s možností instalace kotle na biomasu. Dalším omezením jsou nevhodné technické podmínky pro instalaci kotle, především nedostatečný prostor pro umístění kotle a sezónní skladování paliva.

Tabulka 7.1 Parametry komunit a omezující předpoklady

typ komunity	počet areálů / vytápěných budov	bez CZT (%)	technické podmínky pro instalaci (%)	vytápěná plocha na areál/budovu (m ²)
průmyslové areály	2 329	80	90	10 475
obce	25 344	50	80	540
města	43 200	20	60	540

Potřebná měrná spotřeba byla stanovena na 100 W/m² jako přibližná střední hodnota s uvážením poměru zateplených a nezateplených budov. Na průmyslový areál připadá 1 kotel

o průměrném výkonu 1 048 kW, zatímco u obecních a městských budov je počítáno s kotlem o průměrném výkonu 108 kW sdíleném dvěma budovami (tedy 54 kW výkonu na jednu budovu). V následující tabulce je uveden počet instalovaných kotlů v jednom typu komunit, instalovaný výkon kotlů v jedné komunitě a celkový instalovaný výkon, respektive technický potenciál kotlů na biomasu, který činí 1 757 MW_t pro průmyslové areály, 547 MW_t pro obecní budovy a 280 MW_t pro městské budovy.

Tabulka 7.2 Počty instalovaných kotlů a velikosti instalovaných výkonů

typ komunity	počet instalovaných kotlů v 1 typu komunit (ks)	instalovaný výkon kotlů v 1 komunitě (kW _t)	celkový instalovaný výkon všech kotlů (MW _t)
průmyslové areály	1 677	1 048	1 757
obce	5 069	389	547
města	2 592	583	280
celkem			2 584

Limit technického potenciálu představuje množství dostupného paliva. V případě dřevěných pelet a briket je žádoucí bilancovat ročně vyrobené a exportované množství oproti spotřebě (tabulka 7.3). V posledních letech bylo vždy více než 60 % dřevěných pelet a briket vyrobených v České republice exportováno. Konkrétně se jednalo průměrně o 351 tis. tun ročně za období 2016 až 2020. Přibližná roční spotřeba kotlů při instalovaných výkonech u jednotlivých komunit byla vypočtena na základě předpokládané spotřeby paliva 0,8 t/rok/kW a celkových instalovaných výkonů. Zatímco u městských budov by bylo možné roční spotřebu paliva plně pokrýt ročně exportovaným množstvím pelet a briket, u obecních budov by došlo k pokrytí pouze z 80 %. Limit technického potenciálu biomasových kotlů pro komunitu obecních budov by tedy vzhledem k dostupnosti tuzemského paliva dosahoval 438 MW_t.

Tabulka 7.3 Dostupnost dřevěných pelet a briket

	spotřeba pelet nebo briket (tis. t/rok)	produkce pelet a briket (tis. t/rok)	export pelet a briket (tis. t/rok)	pokrytí spotřeby exportem (%)
obce	438	538	351	80
města	224	538	351	100

V případě dřevní štěpky, odpadu a pilin je potřeba zohlednit celkovou spotřebu pro energetické využití mimo domácnosti, která za období 2016 až 2020 dosáhla průměrně 2566 tis. tun ročně. Spotřeba biomasových kotlů na horní hranici technického potenciálu pro průmyslové areály by tedy představovala zhruba 55 % z této hodnoty, což by při zachování stávající roční spotřeby znamenalo potřebu výrazně navýšit produkci.

7.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL BIOMASY

Výpočet ekonomického potenciálu kotlů na biomasu zjednodušeně představuje bilanci potencionálních výnosů za vyrobené teplo (dodávky tepla), nákladů spojených s výrobou tepla (náklady na palivo – biomasu) a také provozních nákladů (hodnota ročních nákladů stanovena

jako 2 % z CAPEX). Hodnota CAPEX pro biomasové kotle v celé komunitě byla přibližně stanovena na základě kalkulací od firmy CSTfire s.r.o. pro řádově podobně výkonné kotle. Na rozdíl od KGJ lze při výpočtu návratnosti biomasových kotlů uvažovat s 50 % dotací, která sníží výslednou prostou dobu návratnosti na polovinu, respektive zvýší ekonomický potenciál.

Ačkoliv jsou parametry jednotlivých variant definovány v 2. kapitole (tabulka 2.3), dochází zde podobně jako u jiných výtopených technologií k úpravám a výnosy za vyrobené teplo, které jsou zde uvažovány jako přímo závislé na ceně zemního plynu (náklady oproti kotlům na zemní plyn s účinností 95 %), jsou pro jednotlivé kategorie stanoveny takto:

- **střední varianta:** 800 CZK/GJ,
- **minimální varianta:** 750 CZK/GJ,
- **maximální varianta:** 850 CZK/GJ.

Jednotná cena paliva pro obce a města (pelety, brikety) byla stanovena na 11 tis. CZK za tunu paliva a pro průmyslové areály (štěpka) na 6 tis. CZK za tunu paliva. Je nutno poznamenat, že tato cena se může s časem značně měnit v závislosti na aktuálním stavu trhu. Za předpokladu invariantní ceny biomasového paliva zjednodušeně platí, že prostá doba návratnosti úměrně klesá s rostoucí cenou zemního plynu a naopak.

V tabulce 7.4 je ilustrován podrobnější výpočet prosté doby návratnosti pro **střední variantu**, přičemž je také uvažováno s 50 % dotací. Prostá doba návratnosti je totožná pro komunitu obecních i městských budov, což koresponduje s parametry využívanými při výpočtu (stejně výnosy za teplo, stejná cena paliv, stejný CAPEX na jednotkový výkon kotle).

Tabulka 7.4 Výpočet doby návratnosti kotlů na biomasu (střední varianta)

		obec	město	průmyslový areál
výkon kotlů (komunita)	kW	389	583	1 048
vyrobené teplo (komunita)	GJ/rok	5 038	7 557	9 050
výnosy za teplo (střední varianta)	CZK/GJ	800	800	800
cena paliva	tis. CZK/t	11	11	6
náklady na jednotku tepla z biomasy	CZK/GJ	611	611	500
roční výnosy za teplo (komunita)	tis. CZK	4 242	6 364	7 621
roční náklady na palivo (komunita)	tis. CZK	3 421	5 131	5 028
OPEX (komunita)	tis. CZK	62	93	260
celkové roční náklady (komunita)	tis. CZK	3 483	5 224	5 288
výnosy - náklady (komunita)	tis. CZK	759	1 139	2 333
CAPEX (komunita)	tis. CZK	3 110	4 665	13 000
CAPEX s dotací 50 % (komunita)	tis. CZK	1 555	2 332	6 500
prostá doba návratnosti	roky	4,1	4,1	5,6
prostá doba návratnosti s dotací	roky	2,0	2,0	2,8

Prostá doba návratnosti biomasových kotlů v komunitě obecních a městských budov je nižší než u průmyslových areálů i navzdory nižší ceně paliva (štěpka levnější než pelety a brikety).

To je však důsledkem značně vyšších nákladů (CAPEX) na kotle větších výkonů (1 MW) než na kotle nižších výkonů (desítky až stovky kW). V tabulce níže je vypočtena prostá doba návratnosti pro zbylé varianty, a je také vyčíslen podíl z technického potenciálu dle metodiky popsané v kapitole 2.2.

Tabulka 7.5 Doba návratnosti kotlů na biomasu pro řešené varianty

		obec	město	průmyslový areál
mezně požadovaná doba návratnosti	roky	15,0	15,0	5,0
střední varianta				
výnosy za teplo	CZK/GJ	800	800	800
prostá doba návratnosti	roky	4,1	4,1	5,6
prostá doba návratnosti s dotací 50 %	roky	2,0	2,0	2,8
podíl z technického potenciálu	%	86,4	86,4	44,3
minimální varianta				
výnosy za teplo	CZK/GJ	750	750	750
prostá doba návratnosti	roky	6,3	6,3	7,0
prostá doba návratnosti s dotací 50 %	roky	3,1	3,1	3,5
podíl z technického potenciálu	%	79,0	79,0	30,0
maximální varianta				
výnosy za teplo	CZK/GJ	850	850	850
prostá doba návratnosti	roky	3,0	3,0	4,6
prostá doba návratnosti s dotací 50 %	roky	1,5	1,5	2,3
podíl z technického potenciálu	%	89,9	89,9	53,7

Následující tabulka s využitím výsledků celkového technického potenciálu a podílu z technického potenciálu získaného v rámci výpočtu doby návratnosti (tabulka 7.5) stanovuje výsledné hodnoty ekonomického potenciálu kotlů na biomasu pro obecní budovy, městské budovy a průmyslové areály napříč všemi variantami.

Tabulka 7.6 Ekonomický potenciál kotlů na biomasu pro řešené varianty (MW_t)

	obec	město	průmyslový areál
střední varianta	473	242	778
minimální varianta	433	221	527
maximální varianta	492	252	944

7.3 SHRNUÍ POTENCIÁLU BIOMASY

Kotle spalující biomasu představují alternativu ke kotlům spalujícím zemní plyn. Zejména jde o hledisko ekologičnosti, jelikož se biomasa řadí mezi obnovitelné zdroje energie. Technický potenciál kotlů spalujících biomasu je podobně jako v případě tepelných čerpadel stanoven s ohledem na podíl komunit (budov) připojených k CZT a vhodných technických podmínek pro instalaci kotle (nedostatečně velké zázemí pro umístění kotle či skladování paliva, absence

komína). Výkon jednoho kotle je v případě obecních a městských budov vyčíslen na 108 kW (1 kotel na 2 budovy) a pro průmyslové areály na 1048 kW (1 kotel na areál), přičemž výpočet měrné spotřeba tepla 100 W na 1 m² plochy (přibližná střední hodnota s uvážením poměru zateplených a nezateplených budov).

Dále je vyčíslen instalovaný výkon všech kotlů v komunitě, celkový počet kotlů a souhrnný instalovaný výkon všech kotlů pro jednotlivé komunity, jenž je roven výslednému technickému potenciálu. Mimo to je pozornost věnována také dostupnosti paliva, která může být limitujícím faktorem technického potenciálu. Všechny výsledné hodnoty jsou shrnuty v tabulce níže.

Tabulka 7.7 Shrnutí technického potenciálu kotlů na biomasu

	obec	město	průmyslový areál
počet vytápěných budov / areálů	25 344	43 200	2 329
bez CZT (%)	50	20	80
technické podmínky pro instalaci kotle na biomasu (%)	80	60	90
výsledný technický potenciál (%)	40	12	72
počet vhodných budov / areálů	10 138	5 184	1 677
výkon jednoho kotle (kW)	108	108	1 048
instalovaný výkon všech kotlů v komunitě (kW_t)	389	583	1 048
celkový počet kotlů v 1 typu komunit (ks)	5 069	2 592	1 677
výsledný technický potenciál (MW_t)	547	280	1 757

Ekonomický potenciál kotlů na biomasu je stanoven na základě prosté doby návratnosti (bilance nákladů a výnosů). Výnosy jsou určeny cenou dodávaného tepla, která je ve výpočtu variována (přímo závislá na ceně zemního plynu). Do nákladů se kromě investičních nákladů na pořízení kotle a dopravníkového zařízení (CAPEX) a provozních nákladů (OPEX) řadí především náklady na palivo (dřevěné pelety a brikety v případě obecních a městských budov, dřevní štěpka v případě průmyslových areálů), které mohou značně fluktuovat a jsou tedy proměnnou, která v konečném důsledku výrazně ovlivňuje ekonomiku provozu. Výsledný ekonomický potenciál je určen jako podíl technického potenciálu se zohledněním mezně požadované doby návratnosti pro jednotlivé typy komunit. Všechny výsledné hodnoty pro jednotlivé varianty jsou shrnuty v tabulce níže.

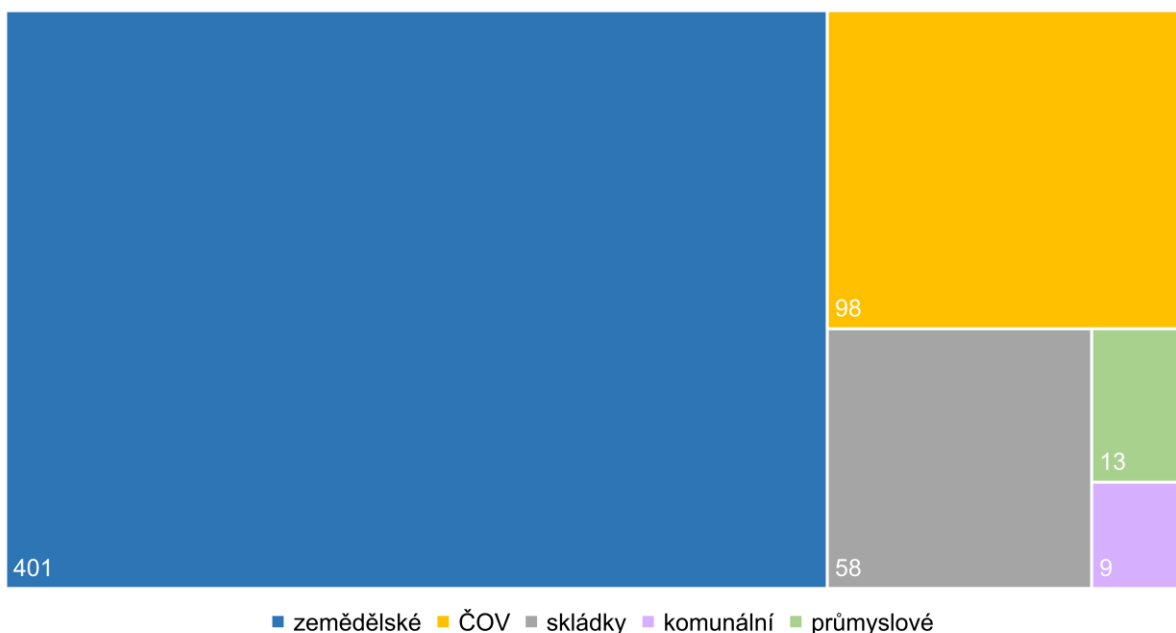
Tabulka 7.8 Shrnutí ekonomického potenciálu kotlů na biomasu

	obec	město	průmyslový areál
střední varianta			
výnosy za teplo (CZK/GJ)	800	800	800
prostá doba návratnosti dotací 50 % (roky)	2,0	2,0	2,8
výsledný ekonomický potenciál (MW_e)	473	242	778
minimální varianta			
výnosy za teplo (CZK/GJ)	750	750	750
prostá doba návratnosti dotací 50 % (roky)	3,1	3,1	3,5
výsledný ekonomický potenciál (MW_e)	433	221	527
maximální varianta			
výnosy za teplo (CZK/GJ)	850	850	850
prostá doba návratnosti dotací 50 % (roky)	1,5	1,5	2,3
výsledný ekonomický potenciál (MW_e)	492	252	944

7.4 BIOPLYN A ZEMĚDĚLSKÁ DRUŽSTVA

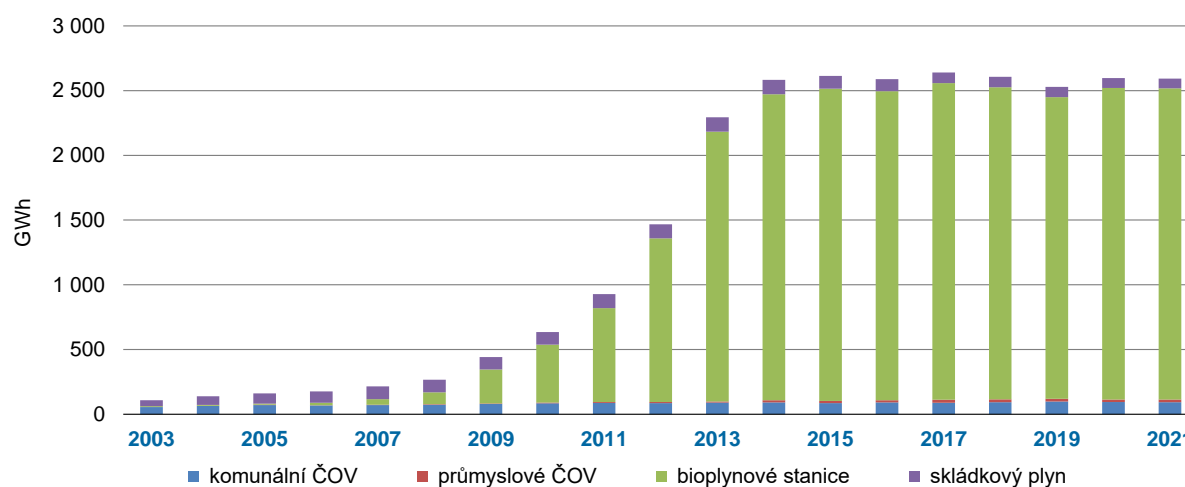
Kapitola se celkově zaměřuje zejména na potenciál biomasy, ovšem vzhledem ke specifickému charakteru zemědělských družstev je žádoucí řešit také bioplyn. Dle České bioplynové asociace je v Česku 574 bioplynových stanic s celkovým instalovaným výkonem 367 MW. Zásadní jsou právě zemědělské bioplynové stanice, které zajišťují více než 80 % celkové výroby energie. Následující obrázek ilustruje členění bioplynových stanic v Česku.

Obrázek 7.2 Počet bioplynových stanic v Česku



Podle dostupných údajů, se v Česku nachází přibližně 400 zemědělských bioplynových stanic. Tyto stanice ve valné většině vlastní soukromníci, kteří využívají cíleně pěstovanou biomasu jako hlavní zdroj fermentace. Dominance zemědělských bioplynových stanic je patrná také na výrobě elektřiny, kde mají podíl okolo 93 %, konkrétně za rok 2021 bylo z bioplynu vyrobeno téměř 2,6 TWh elektřiny. Zmínit bioplyn je potřeba také v rámci výroby tepla, zde však není jeho význam tolik zásadní. V rámci obnovitelných zdrojů má bioplyn podíl přibližně 4 % na výrobě tepla – to odpovídá 4,5 PJ (zásadní je biomasa s výrobou přes 94 PJ, což odpovídá 83 %). Následující obrázek ukazuje vývoj výroby elektřiny z bioplynu.

Obrázek 7.3 Výroba elektřiny z bioplynových stanic



- Pokud se jedná o potenciál zemědělských družstev, předpokládá se, že je již do velké míry naplněn. Kapitola 3 kvantifikovala 492 zemědělských družstev a předešlý text uvádí, že je provozováno 401 zemědělských bioplynových stanic.
- Při zohlednění toho, že řada zemědělských družstev nemá vhodné podmínky pro provoz bioplynových stanic, lze očekávat, že v budoucnu vzniknou maximálně jednotky nových zemědělských bioplynových stanic. Tato úvaha v sobě také zohledňuje možnost výroby biometanu, jakožto přímé konkurence výroby elektřiny a tepla v rámci zemědělských bioplynových stanic.

8 TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla jsou velmi perspektivní technologie, která však dosud vyjma Skandinávie patří k poměrně okrajovým zdrojům vytápění. Rozvoji tepelných čerpadel dosud bránila celá řada faktorů:

- Mnohem náročnější integrace do otopného systému, často je dosažení rozumné ekonomiky podmíněno celkovou rekonstrukcí objektu (zateplení, větší dimenzování otopných těles nebo přímo přechod na podlahové vytápění).
- Relativně vysoké investiční náklady při dlouhodobě nízké ceně zemního plynu, a tedy závislost na často nedostatečně motivujících dotacích.
- Neznalost technologie a jejího rychlého vývoje (zvyšování účinnosti a dosahovaných teplot, nová chladiva).
- Obavy z omezené životnosti, nákladnosti případných oprav a servisu.
- Navzdory snaze normativně sjednotit parametry a usnadnit tak možnost porovnání, zůstává poměrně obtížné se v parametrech vyznat.
- Podobně jako u elektromobility zpochybňování přínosu tepelných čerpadel při snižování emisí CO₂ při současném energetickém mixu.

Instalace jsou však již nyní relativně běžné v novostavbách, kde je snazší objekt pro instalaci tepelného čerpadla přímo navrhnout a do porovnání s plynovým kotlem jsou započteny i náklady na vybudování plynové přípojky.

Podobně jako v Německu je tak již okolo 50 % nových rezidenčních budov osazeno tepelným čerpadlem (dalších okolo 25 % je připojeno na CZT, kde lze do budoucna též očekávat instalace TČ průmyslové velikosti (nad 100 kW tepelného výkonu).

V souvislosti s růstem cen plynu a elektřiny však pozorujeme v celé řadě zemí dramatický meziroční růst v desítkách procent. A to i v zemích, v kterých tepelná čerpadla zatím nijak rozvíjena nebyla, jako je Velká Británie nebo Polsko.

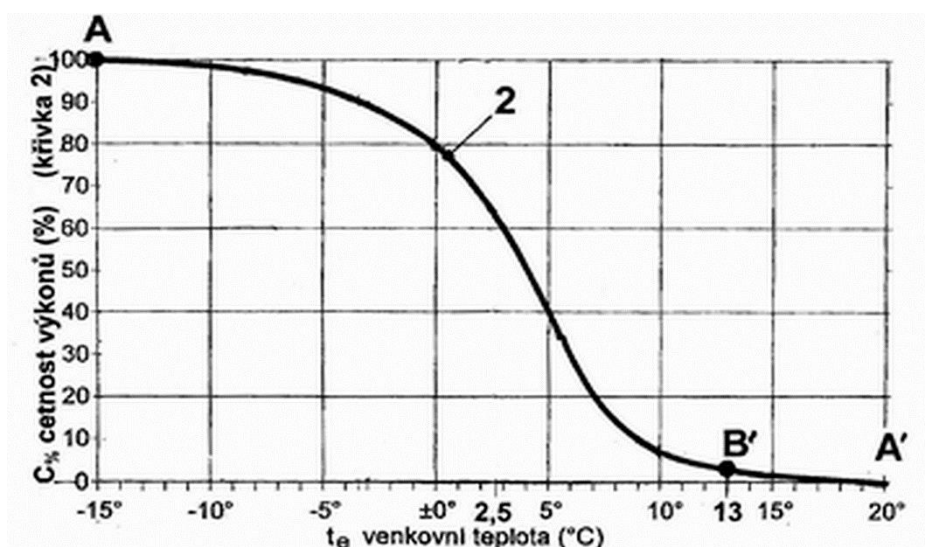
Výrazným motivačním prvkem pro nasazení tepelných čerpadel je instalace fotovoltaik, neboť tepelné čerpadlo v tom případě umožňuje výrazně zvýšit vlastní spotřebu elektřiny z FVE a tím snížit přetoky do sítě a zvýšit energetickou soběstačnost objektu. Legislativa pro energetické komunity, podporující investice do vlastních zdrojů elektřiny tak bude nepřímo působit i na rozvoj oboru tepelných čerpadel.

8.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

Zatímco závislost tepelné ztráty, respektive potřebného tepelného výkonu na okolní teplotě je lineární (obrázek 8.1), četnost potřebných tepelných výkonů probíhá podle křivky uvedené v obrázku 8.2. Z kombinace těchto dat plyne, že okolo 75 % tepla k vytápění je spotřebováno při teplotách okolí 0 °C a vyšších a postačuje k tomu zdroj o výkonu odpovídajícímu 60 %

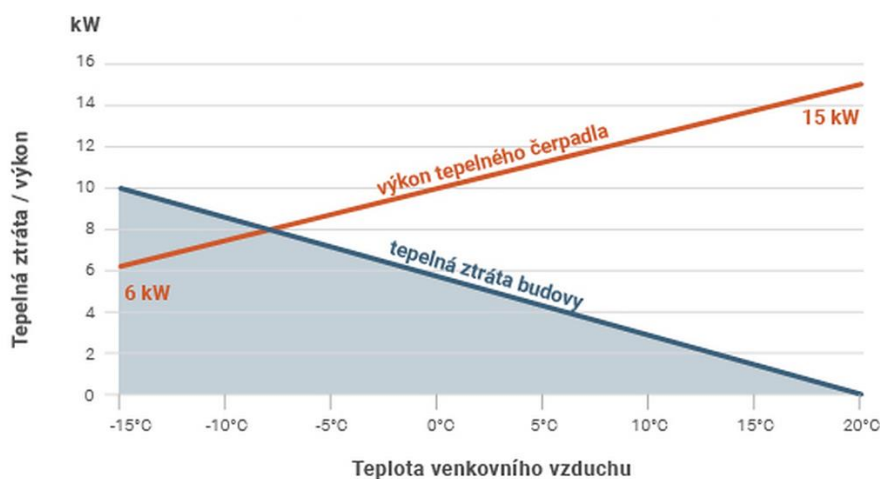
výpočtové ztráty objektu. Pokud je tento zdroj schopen provozu i při minusových teplotách, tak je schopen pokrýt až okolo 90 % potřeby tepla k vytápění.

Obrázek 8.1 Četnost potřebných výkonů



Zdroj: <https://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/8177-parametry-otopne-soustavy-v-prubehu-topneho-obdobi>

Obrázek 8.2 Bivalentní bod – výkon tepelného čerpadla vzduch/voda



Zdroj: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/bivalentni-zapojeni-tepelneho-cerpadla-s-dotopovym-kotlem>

Vzhledem k vysoké investiční náročnosti tepelných čerpadel je proto třeba věnovat jeho návrhu mnohem větší pozornost, než je tomu u jiných zdrojů vytápění. Tepelné čerpadlo dimenzované na plnou tepelnou ztrátu by bylo velmi drahé, a přitom by plný výkon byl využíván velmi zřídka. I kvůli tomu, že výkon tepelného čerpadla vzduch-voda roste s okolní teplotou. Takže větší tepelné čerpadlo znamená provoz v přechodném období či v létě s provozem pouze na ohřev teplé užitkové vody s velmi malým výkonem, případně s častým cyklováním.

Vhodnější je proto cílené poddimenzování tepelných čerpadel a doplnění bivalentním zdrojem tepla. To umožňuje, do určité venkovní teploty, využívat pouze tepelné čerpadlo a v případech, kdy je výkon tepelného čerpadla nedostačující, připojit bivalentní zdroj, který dodá chybějící tepelnou energii. Bivalentní bod (teplota, kdy již výkon tepelného čerpadla nestačí pokrýt potřebu tepla v domě a je nutné připojit bivalentní zdroj tepla) se při kombinaci s přímotopem pohybuje kolem -3° až -10° C, aby byla minimalizována drahá přímotopná výroba tepla. Pokud je k dispozici provozně levný bivalentní zdroj tepla (např. plynový kotel), může být bivalentní teplota vyšší.

Předpokladem správné funkce tepelného čerpadla je vhodná otopná soustava s teplotou topné vody okolo 60° C. Ideální je podlahové vytápění, to však je reálné jen u nových budov. U stávajících budov je vhodné před instalací tepelného čerpadla provést celkové snížení tepelných ztrát objektu (zateplení, výměna oken, případně rekuperace tepla) a zkontrolovat, případně rozšířit otopná tělesa tak, aby se výpočtová teplota snížila pod 60° C.

Takto se předpokládá návrh tepelných čerpadel v bytových domech, tj. s bivalentní teplotou okolo -5° C, s výkonem tepelného čerpadla na úrovni 70 % výpočtové ztráty a dodávkou tepla přes 90 %, zbytek tepla bude zajištěn bivalentním přímotopem.

Tepelné čerpadlo lze však instalovat i v objektech, kde je teplota topné vody vyšší, lze jej pak téměř celoročně využít k ohřevu teplé užitkové vody, ale jen částečně k vytápění. Po dosažení bivalentní teploty bude vytápění zajištěno bivalentním zdrojem. Ten musí být v takovém případě dimenzovaný na plnou tepelnou ztrátu, aby zajistil ohřev topné vody na vyšší požadovanou teplotu, než umí dodat tepelné čerpadlo. Případně je zde tepelné čerpadlo využito alespoň k částečnému přehřevu vratné vody.

Tímto způsobem se předpokládá typický návrh TČ ostatních typů komunit, tj. bivalentní teplota okolo $+5^{\circ}$ C, výkon tepelného čerpadla na úrovni 40 % výpočtové ztráty a dodávkou tepla přes 70 %, zbytek tepla a navýšení teploty topné vody na potřebnou úroveň bude zajištěno bivalentním stávajícím plynovým kotlem.

Jedná se o budovy v městech a obcích, často historické s většími tepelnými ztrátami a vyššími topnými teplotami. Nebo jen částečně zateplené budovy v průmyslových a zemědělských areálech. Navíc je v těchto objektech jen malá spotřeba teplé užitkové vody, kterou je efektivnější vyrábět lokálně v elektrických bojlerech. I z tohoto důvodu je vhodné dimenzovat tepelné čerpadlo s nižším návrhovým výkonem, aby byl i bez ohřevu teplé užitkové vody zajištěn provoz alespoň 2 000 hodin plného výkonu.

Pokud je tedy k dispozici stávající plynový kotel s dostatečnou zbytkovou životností, je takový návrh tepelného čerpadla rozumným způsobem, jak i u takových objektů zajistit sice menší podíl tepla z obnovitelných zdrojů, zato nákladově efektivněji, bez nutnosti zásadních a často nereálných celkových rekonstrukcí objektů.

Ve studii byly uvažovány tyto průměrné parametry:

- tepelný výkon: 50 kW,
- roční projezd okolo 2 000 hodin plného výkonu,
- SCOP okolo 2,7,
- cena: okolo 40 000 CZK/kW.

Tabulka 8.1 Možné výkony tepelných čerpadel v jednotlivých typech komunit

energetická komunita		bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
tep.výkon všech TČ v komunitě (A7/W35)	kW	49	303	1 515	340	61
počet TČ v komunitě	ks	1	3	45	1	7
tep.výkon jednoho TČ v komunitě (A7/W35)	kW	49	101	34	340	9

U objektů připojených na CZT se nepředpokládá instalace lokálního tepelného čerpadla. Dalším omezením jsou technické podmínky pro instalaci – dostatečný prostor pro instalaci tepelného čerpadla a venkovní vzduchové jednotky, možnost napojení na distribuční síť s potřebnou kapacitou, hluková omezení apod. Výsledný technický potenciál je dán součinem možného výkonu tepelného čerpadla v komunitě, počtu komunit násobeno procentem technického potenciálu dle specifikovaných omezení.

Tabulka 8.2 Technický potenciál tepelných čerpadel

energetická komunita	bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
počet komunit	219 026	1 408	480	2 329	492
bez CZT	35%	50%	20%	80%	95%
technické podmínky pro TČ	60%	70%	50%	80%	80%
výsledný tech. potenciál	21%	35%	10%	64%	76%
počet vhodných komunit	45 995	493	48	1 491	374
počet tepelných čerpadel	45 995	1 478	2160	1 491	2 617
celkem instal.výkon TČ (A7/W35) MW_t	2 269	149	73	507	23

8.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Stejně jako u jiných technologií je výpočet ekonomického potenciálu provedený také u tepelných čerpadel. Zjednodušeně řečeno výpočet představuje bilanci výnosů (plynoucích z výroby, respektive dodávky tepla) a nákladů spojených se zajištěním elektřiny (jakožto paliva), případně nákladů na provoz. I přes zohlednění investiční dotace je pro tepelná čerpadla typická vysoká investiční náročnost, která má na dobu návratnosti negativní vliv.

Přestože parametry jednotlivých variant jsou definovány v kapitole 2. (tabulka 2.3), dochází v tomto případě k mírné úpravě. Vysoké ceny elektřiny v maximální variantě u jiných technologií znamenají větší výnosy, v tomto případě je však elektřina součástí nákladové stránky bilance. To znamená, že čím nižší cena za elektřinu (jakožto paliva), tím příznivější

rentabilita. Varianty jsou proto prohozeny, to znamená, že ceny elektřiny u maximální varianty jsou přiřazeny k variantě minimální a obráceně. Dalším specifickým výpočtu doby návratnosti je pak úprava tarifu. V kapitole 2., kde jsou jednotlivé typy komunit charakterizovány, je obvykle uváděn tarif D02d, respektive C02d, ovšem v tomto případě je předpokládána změna na distribuční sazbu D57d²⁷ u všech typů komunit vyjma průmyslového areálu. Zjednodušeně lze říci, že taková změna tarifu znamená nákup elektřiny na provoz tepelného čerpadla o přibližně 30 % levněji, než je uvedeno v kapitole 2.

Zásadní vliv na dobu návratnosti mají výnosy, což u této technologie znamená dodávku tepla. V posledních letech se jedná se o velmi proměnlivou položku, která byla na základě rešerší a provedených analýz stanovena na 800 CZK/GJ invariantně. Jediná proměnná, která diferencuje výsledný ekonomický potenciál, je cena odebrané elektřiny pro pohon tepelného čerpadla. Následující tabulka shrnuje klíčové proměnné a ukazuje výpočet doby návratnosti pro střední variantu.

Tabulka 8.3 Výpočet doby návratnosti tepelných čerpadel (střední varianta)

		bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
spotřeba tepla	MWh	105	1 016	5 096	1 200	200
spotřeba tepla	GJ	376	3 656	18 345	4 320	720
podíl výroby tepla	%	90%	70%	70%	70%	70%
tepelné čerpadlo výroba tepla	GJ	339	2 559	12 841	3 024	504
spotřeba elektřiny (palivo)	MWh	35	263	1 321	311	52
náklady na elektřinu	CZK/MWh	4 102	4 424	4 424	4 690	4 410
výnosy za teplo	CZK/GJ	800	800	800	800	800
roční výnosy teplo	tisíc CZK	271	2 047	10 273	2 419	403
náklady na palivo	tisíc CZK	143	1 165	5 845	1 459	229
OPEX	tisíc CZK	0,02	0,11	0,61	0,10	0,03
celkové roční náklady	tisíc CZK	143	1 165	5 845	1 459	229
výnosy-náklady (rok)	tisíc CZK	128	882	4 428	960	175
CAPEX	tisíc CZK	1 960	10 605	60 600	10 200	2 745
CAPEX s dotací 50 %	tisíc CZK	980	5 303	30 300	5 100	1 373
prostá doba návratnosti	roky	15,3	12,0	13,7	10,6	15,7
prostá doba návratnosti s dotací	roky	7,7	6,0	6,8	5,3	7,9

Dalším specifickým je u průmyslového areálu a zemědělského družstva skutečnost, že tepelná čerpadla zajišťují dodávku pouze pro vytápění a pro přípravu TUV a neřeší technologické teplo – celkový objem dodaného tepla je proto nižší, než je původně uvedeno v kapitole 3. Jelikož jedinou variantní proměnnou je cena elektřiny pro pohon tepelného čerpadla, není takový komplexní výpočet (jako v předešlé tabulce) ilustrován pro každou z řešených variant, nýbrž dochází pouze ke stručnému shrnutí v následující tabulce.

²⁷ Tarif D57d je určen domácnostem s přímotopem, hybridním vytápěním nebo tepelným čerpadlem. Jde o dvojitá sazba, zákazníci tedy využívají pro vytápění a ohřev TUV tzv. nízký tarif – s nižší cenou a to po 20 hodin denně.

Tabulka 8.4 Doba návratnosti napříč řešenými variantami

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
mezně požadovaná doba návratnosti	10,0	15,0	15,0	5,0	7,0
střední varianta					
náklady na elektřinu (CZK/MWh)	4 102	4 424	4 424	4 690	4 410
prostá doba návratnosti	15,3	12,0	13,7	10,6	15,7
prostá doba návratnosti s dotací	7,7	6,0	6,8	5,3	7,9
podíl z technického potenciálu (%)	23,4	59,9	54,4	0,0	0,0
minimální varianta					
náklady na elektřinu (CZK/MWh)	4 977	5 299	5 299	5 940	5 285
prostá doba návratnosti	20,1	16,3	18,5	17,9	21,3
prostá doba návratnosti s dotací	10,1	8,1	9,3	8,9	10,6
podíl z technického potenciálu (%)	0,0	45,8	0,0	0,0	0,0
maximální varianta					
náklady na elektřinu (CZK/MWh)	3 227	3 549	3 549	3 440	3 535
prostá doba návratnosti	12,4	9,5	10,9	7,6	12,5
prostá doba návratnosti s dotací	6,2	4,8	5,4	3,8	6,2
podíl z technického potenciálu (%)	38,1	68,2	63,8	24,4	10,8

Dle zvolených předpokladů je nejnižší doba návratnosti u varianty maximální a obráceně. Je však patrné, že požadovaná (mezně akceptovatelná) doba návratnosti není v řadě případů, i přes 50 % dotací dosažená. Aby tomu tak bylo, musely by být buď výše nastavené výnosy z dodávky tepla nebo nižší cena za odebranou elektřinu. Následující tabulka ilustruje, jak se doba návratnosti promítla do hodnot ekonomického potenciálu.

Tabulka 8.5 Ekonomický potenciál řešených variant (MW_t)

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
střední varianta	531	89	40	0	0
minimální varianta	0	68	0	0	0
maximální varianta	866	102	47	124	2

8.3 SHRNUTÍ

V rámci snah o dekarbonizaci sektoru vytápění představují tepelná čerpadla zajímavou alternativu. Jejich rychlejšímu rozvoji brání vyšší investiční náklady (například ve srovnání s plynovými kotly). Důsledkem rozvoje tepelných čerpadel je potom navýšení odběru elektřiny, která je používána pro provoz. Vzhledem k této vysoké investiční náročnosti je proto potřeba věnovat jeho návrhu mnohem větší pozornost, než je tomu u jiných zdrojů vytápění. Tepelné čerpadlo dimenzované na plnou tepelnou ztrátu by bylo velmi drahé, a přitom by plný výkon byl využíván velmi zřídka. V důsledku zohlednění proměnných jako připojení objektů na CZT, vhodné prostory, hluková omezení a podobně byl stanovený počet vhodných lokalit pro potenciální instalaci tepelných čerpadel. Na počet lokalit navázal optimální instalovaný výkon, všechny tyto aspekty výpočtu technického potenciálu shrnuje následující tabulka.

Tabulka 8.6 Shrnutí technického potenciálu tepelných čerpadel

energetická komunita	bytové domy	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
počet komunit	219 026	1 408	480	2 329	492
bez CZT	35%	50%	20%	80%	95%
technické podmínky pro TČ	60%	70%	50%	80%	80%
výsledný tech. potenciál	21%	35%	10%	64%	76%
počet vhodných komunit	45 995	493	48	1 491	374
počet TČ v komunitě	1	3	45	1	7
výkon jednoho TČ jedné KGJ (kW _t)	49	101	34	340	9
tep.výkon všech TČ v komunitě (A7/W35)	49	303	1 515	340	61
celkem instal.výkon TČ (A7/W35) MW_t	2 269	149	73	507	23

Ekonomický potenciál je stanovený na základě prosté doby návratnosti (bilance nákladů a výnosů). U tepelných čerpadel výnosy představují dodávku tepla a na nákladové stránce je jsou zejména náklady na palivo (elektřinu) a dále také náklady na investici a provoz. Zásadní je úroveň poptávky po teple, která u průmyslového areálů a zemědělského družstva není nedostatečná pro rentabilitu investice. Naopak největší ekonomický potenciál je stejně jako technický u bytových domů.

Tabulka 8.7 Shrnutí ekonomického potenciálu tepelných čerpadel (MW_t)

	bytový dům	obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
střední varianta	531	89	40	0	0
minimální varianta	0	68	0	0	0
maximální varianta	866	102	47	124	2

9 ŘÍZENÍ SPOTŘEBY

Studie se zaměřuje na pět typů komunit – bytové domy, malé obce, města a průmyslové a zemědělské areály. Pro stanovení potenciálu řízení je potřeba mezi jednotlivými typy odběratelů diferencovat způsoby řízení průběhu odběru elektrické energie. V prvním přiblížení se na dané komunity můžeme dívat následovně:

- **Velkoodběr (VO):** primárně výrobní podniky nebo jiné větší odběry. Tvar diagramu odběru je dán především technologickými požadavky. Motivace k řízení ze strany odběratelů souvisí s cenovými proporcemi „peak“ a „low“ zatížení, které jsou v dnešní době již tržně využity – při vyšším cenovém rozdílu „peak-low“ je možno čekat vyšší využití, avšak meze jsou dány požadavky jednotlivých technologií.
- **Maloodběr podnikatelů (MOP):** tato skupina odběratelů je většinou tvořena malými výrobními podniky, případně službami. Odběry bývají přibližně do 100 kW. Tvar diagramu odběru je opět dán provozními požadavky. Částečné řízení pomocí HDO instalovaného kvůli vytápění, avšak jen staticky. Možnosti řízení ve službách jsou velmi omezené – tvar diagramu je do značné míry vynucen dostupností služeb zákazníkům v průběhu dne a ani vyšší rozdíl cen „peak-low“ zde nepovede k výraznějšímu navýšení využití regulace spotřeby.
- **Maloodběr domácností (MOO):** touto skupinou rozumíme odběr bytů, rodinných domů a bytových domů. Tvar diagramu je z větší části dán denními činnostmi obyvatel. Část spotřeby je říditelná, část pak striktně neříditelná. Nejvýraznější, ale pořád okrajový efekt na navýšení využití spotřeby, má vyšší rozdíl ceny „peak-low“. Dnes je již velká většina potenciálu řízení zařazena pod staticky využívané HDO.

VELKOODBĚR (VO)

Pro sektor velkoodběru byl vytvořen pouze hrubý, agregovaný expertní odhad možností řízení diagramu zatížení, a to z následujících důvodů:

- Řízení spotřeby neboli tvaru diagramu zatížení je v sektoru velkoodběru dnes již na vysoké úrovni využití, což plyne z mechanismu rezervace příkonu a kapacity výkonu, který je zpoplatněn. Na rozdíl od maloodběru jsou tedy již nyní velkoodběratelé silně motivováni, aby jejich rezervovaná kapacita byla co nejnižší.
- Tvar diagramu zatížení je u zákazníků velkoodběru do značné míry určen produkčními činnostmi.
- Odběratel ze sektoru velkoodběru není za běžných podmínek vnímán jako zákazník s potenciálem k aktivizaci a dosažení zisku či snížení nákladů pomocí takovéto aktivizace.

MALOODBĚR (MO)

Každý spotřebič je říditelný. Otázkou je však jeho přidaná nebo naopak ubraná hodnota z řízení. Pokud budeme předpokládat, že nebudeme chtít výrazněji snížit hodnotu plynoucí z využití elektřiny, pak z pohledu říditelnosti vnímáme dva druhy spotřeby:

1. Spotřeba elektřiny s potenciálem odložení v čase při zachování přidané hodnoty z jiných využití: jedná se o spotřebiče s účinkem do jisté míry nezávislým na napětí nebo spotřebiče, u nichž nemusí být hodnotou připravenost a okamžitá reakce. Typickým příkladem takového spotřebiče je myčka nádobí, žehlička, pračka, eventuálně sušička.
2. Spotřeba bez potenciálu odložení v čase při zachování přidané hodnoty z jejich využití: všechny ostatní spotřebiče, zejména ty, které se používají v pevně daný čas. Typicky se jedná o ledničku nebo elektrický sporák.

Spotřebu elektřiny spotřebičů s potenciálem odložení v čase, při zachování přidané hodnoty z jejich využití, můžeme dále rozdělit do dvou kategorií – přímé a nepřímé řízení.

- Přímé řízení: spotřebiče s účinkem do jisté míry nezávislým na periodizaci napájení. Zákazník může zcela přenechat řízení za předem stanovených podmínek. Příkladem může být elektrický kotel na přípravu teplé užitkové vody nebo akumulární vytápění.
- Nepřímé řízení: spotřebiče, u kterých nemusí být hodnotou připravenost a okamžitá akce. Zákazník se bude rozhodovat, zda a kdy řízení přenechá. Například se jedná o myčku nebo pračku.

Spotřebu elektřiny spotřebičů bez potenciálu odložení v čase, při zachování přidané hodnoty z jejich využití, můžeme také rozdělit do dvou kategorií.

- Striktně neříditelná spotřeba: spotřebiče, které se používají v určitý, relativně pevně daný čas. Řízení je v takovém případě zcela vyloučeno. Jedná se například o osvětlení, nebo přípravu pokrmů.
- Obvykle neříditelná spotřeba: spotřebiče, u nichž je řízení spojeno s částečnou ztrátou komfortu. V takovém případě je řízení nouzově či havarijně možné. Jedná se například o lednici.

9.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

POSTUP STANOVENÍ

V této části práce jsou zkoumány možnosti řízení spotřeby, které nejsou omezeny na použití nových technologií měření, ale jsou provedeny obecně. Cílem této analýzy bylo zjistit, jaké jsou možnosti řízení spotřeby na odběrném místě, a to změnou spotřeby v jiných časech.

Pro analýzu bylo přijato několik teoretických, expertních a metodických předpokladů:

1. V analýze nebylo uvažováno přímé řízení spotřeby, a to z toho důvodu, že má největší smysl pouze u maloodběratelů, konkrétněji u samotných domácností.

2. Přímé řízení není pro zbytek typů komunit zkoumáno, a to z několika důvodů:

- Velkoodběr i podnikatelský maloodběr je spotřebou výrobní sféry a tvar tohoto odběrového diagramu je dán zejména potřebami výroby a obecně produkcí přidané hodnoty.
- Pro výrobní sféru není možné identifikovat typy spotřeb, které by bylo možné analyticky uchopit v souvislosti s analýzou jejího možného přesunu do jiných částí dne.
- Tvar odběrového diagramu a jeho optimalizace je v dnešní době realizována výši čtvrt hodinového maxima nebo přímo sjednáváním tvaru odběrového diagramu – proto není důvod předpokládat, že se bez snížení možnosti produkce tvorby přidané hodnoty či bez dalších investic do přídatných technologií může podařit tvarovat odběrový diagram.
- Kvůli vysoké neurčitosti při jakékoliv analýze či postulování skladby spotřeby v podnikatelském maloodběru není možné stanovit odložitelnou spotřebu a analyzovat potenciál jejím přesunutím v rámci denního zatížení. Hlavním důvodem je odlišnost činností v podnikatelské sféře a nemožnost přiřadit podnikatelskému maloodběru převládající činnost, například podle klasifikace OKEČ (Oborová klasifikace ekonomických činností). Tento problém nastává i při analýze průmyslu a zemědělství.
- Obdobný problém nastává při analýze obcí a měst – jednotlivé kraje ČR mají odlišnou spotřebu primárních zdrojů pro vytápění a ohřev vody, a tím pádem i města nacházející se v nich. Roli hraje zejména rozloha kraje (města), jeho poloha, počet obyvatel i celková zalidněnost. Například Ústecký kraj, který má nižší průměrnou roční spotřebu zemního plynu i elektřiny než Olomoucký kraj, který je téměř totožný rozlohou, avšak s téměř 1,5krát méně obyvateli. Z odlišností primárních paliv podílejících se na průměrné spotřebě jednotlivých krajů, a tím pádem i měst, je tedy velmi složité vytvořit jedno typové město, na kterém by mohlo být prezentováno řízení spotřeby.

3. Nepřímého řízení se v sektoru MOO budou účastnit pouze spotřebiče: pračka a myčka nádobí. Pro analýzu výkonových možností odlehčování v krizových situacích pak i lednice. U ostatních spotřebičů je buďto zanedbatelný energetický, či výkonový podíl na spotřebě. Dále nelze předpokládat, že budou v budoucnu využitelné pro řízení tvaru spotřeby, a to z důvodu velmi výrazného poklesu uživatelského komfortu, nebo jejich charakter využití řízení přímo vylučuje – příprava jídla pomocí elektrické trouby nebo varné desky. Spotřeba na přípravu pokrmů, která je v této analýze považována za striktně neřiditelnou, tvoří přibližně 10 % v den maximálního odběru elektrické energie a naopak spotřeba, která byla v analýze brána jako řiditelná, tvoří přibližně 20 % ze spotřeby odběrného místa MOO.

NEPŘÍMÉ ŘÍZENÍ MOO – BYTOVÉ DOMY

1. Z Veřejné databáze ČSÚ bylo zjištěno, že se v ČR nachází 4,1 milionu bytů. Byty v bytových domech představují 60 % z celkového počtu bytů v ČR, tedy více než 2,4 milionu.

- Na základě těchto dat byl dále vytvořen předpoklad, že typický bytový dům má čtyři patra, jedenáct bytů, kde každý má výměru 65 m². Průměrná spotřeba takového bytu je 1 850 kWh ročně.
- Pro výpočet celkové spotřeby bylo vhodné přičíst 15 % navýšení spotřeby, aby byla zahrnuta i spotřeba ve společných prostorech (osvětlení chodeb, případně garáží atd.).
- Při výpočtu nákladů na vytápění byla brána hodnota průměrné roční spotřeby 100 kWh/m², a to z důvodu postupujícího zateplování bytových domů a výstavby nových bytových domů s lepšími parametry energetické náročnosti.
- Souhrn charakteristických údajů pro průměrný bytový dům byl uveden v tabulce 3.1 a tabulce 3.2.
- Z Veřejné databáze ČSÚ bylo dále zjištěno, že přibližně ¾ bytových domů využívá akumulaci zařízení tepla pro vytápění a TUV. V této části spotřeby bytových domů se nachází největší potenciál úspor skrze nepřímé řízení.
- Meze řízení výkonu jsou dány zejména současným stavem využívání spotřebičů. Celkově bylo řízení navrženo v maximální možné míře tak, aby nebyly překročeny stanovené meze. Při dodržení této podmínky byl celkový potenciál řízení (celková denní říditelná energie) využit následovně: z diagramu MOO den maxima 55 %, třetí středa v dubnu 33 %, den minima 55 %.

Tabulka 9.1 Technický potenciál řízení bytových domů – denní hodnoty (GWh)

	den maxima	třetí středa	den minima
bytové domy celkem	42,9	28,3	25,1
HDO	8,4	4,9	4,1
bytové domy bez HDO	34,5	23,5	21,0
striktně neřiditelná spotřeba	3,6	1,3	1,3
bytové domy bez HDO a neřiditelné spotřeby	30,9	22,2	19,7
maximální potenciál řízení	4,2	2,2	2,7
řízení při respektování denních činností	2,3	0,7	1,5

NEPŘÍMÉ ŘÍZENÍ – MALÁ OBEC

- Na základě dat z veřejné správy²⁸ je možné 90 % uvažovaných obcí, tedy převážnou většinu zařadit mezi obce venkovského typu s průměrnou rozlohou katastrálního území 2,17 ha na obyvatele. Za typickou obec uvažovanou pro účely této zprávy bude považována obec o 2 500 obyvatelích, s katastrální rozlohou 5 421 ha a 18 nerezidentních obecních budovách o celkové podlahové ploše 9 718 m², což při průměrném počtu dvou podlaží odpovídá půdorysné ploše 4 859 m².

²⁸ Velikost obcí a ekonomická aktivita obyvatelstva

2. V obcích do 3 000 obyvatel žije v ČR celkem 3,52 mil. obyvatel, což odpovídá 1 408 typickým obcím o níže uvedených parametrech. V rámci fondu obecních budov jsou zastoupeny budovy s velmi různou tepelnou ztrátou objektu, některé budovy je možné zařadit mezi nízkoenergetické, avšak většina starších budov nízkoenergetických standardů nedosahuje. Z tohoto důvodu je uvažováno s průměrnou roční spotřebou energie na vytápění ve výši 100 kWh/m².
3. Obecní budovy slouží k různým účelům, energie nutná na ohřev je uvažována výrazně nižší nežli v případě výhradně rezidentních budov. Ohřev TUV je uvažován jako 10 % z celkové hodnoty energie potřebné na vytápění.
4. Spotřeba elektřiny typické obce vychází z předpokladu 4 MWh/150 m² ročně, což při podlahové ploše 9 718 m² představuje 259 MWh. Kromě vytápěné podlahové plochy obce zpravidla disponují určitými nevytápěnými zastřešenými sklady. Pro účely této analýzy vycházíme z předpokladu, že tyto nevytápěné prostory odpovídají celkové vytápěné ploše.
5. Základní charakteristické údaje pro typickou obec byly uvedeny v tabulce 3.5 a 3.6.
6. Z typových diagramů dodávek (TDD) elektřiny pro podnikatelský maloobchod, které se nejvíce blíží tvaru odběru obcí, 1, 2 a 3 byly odečteny hodnoty spotřeby elektrické energie pro tři různé stavy – den nejvyšší spotřeby (den maxima), třetí středu v dubnu a den nejmenší spotřeby. Pro dané TDD byla zjištěna i procentuální část říditelné spotřeby, která je uvedena v tabulce 9.2.
7. Meze řízení výkonu jsou dány zejména současným stavem využívání spotřebičů. Celkově bylo řízení navrženo v maximální možné míře tak, aby nebyly překročeny stanovené meze. Při dodržení této podmínky byl celkový potenciál řízení (celková denní říditelná energie) využit následovně: den maxima 55 %, třetí středa v dubnu 33 %, den minima 55 %.

Tabulka 9.2 Technický potenciál řízení obcí – denní hodnoty (MWh)

	den maxima	třetí středa	den minima
obce celkem	1 362,0	1 031,0	740,0
HDO	275,0	125,0	32,0
obce bez HDO	1 087,0	906,0	708,0
striktně neříditelná spotřeba	108,7	90,6	70,8
obce bez HDO a neříditelné spotřeby	978,3	815,4	637,2
maximální potenciál řízení	127,2	106,0	82,8
řízení při respektování denních činností	69,9	35,0	45,6

NEPŘÍMÉ ŘÍZENÍ – MĚSTO

1. Jako typické město se v této analýze bralo město, které má 15 000 obyvatel. Rozloha katastrálního území uvedeného typického města činí 37,5 km² a zahrnuje 90 budov o celkové vytápěné podlahové ploše 48 590 m², což při průměrném počtu dvou podlaží odpovídá půdorysné ploše 24 295 m². Kromě vytápěné podlahové plochy jsou v případě

typického města uvažovány rovněž nevytápěné zastřešené prostory o velikosti odpovídající celkové vytápěné ploše.

2. Průměrná roční spotřeba energie na vytápění je uvažována ve výši 100 kWh/m². Ohřev TUV je uvažován jako 10 % z celkové hodnoty energie potřebné na vytápění. Spotřeba elektřiny typické obce vychází z předpokladu 4 MWh/150 m², což při výše uvedené podlahové ploše činí 1 296 MWh.
3. Základní charakteristické údaje pro typické město byly uvedeny v tabulce 3.8 a 3.9.
4. Celková spotřeba elektřiny a celková spotřeba energií, včetně elektřiny, na TUV a vytápění budov typického města, byla v této studii uvažována jako 1,7násobek spotřeby energií typické obce, a to z důvodu stejné různorodosti budov, jen s větší frekventovaností, než je u typické obce.
5. Meze řízení výkonu jsou dány zejména současným stavem využívání spotřebičů. Celkově bylo řízení navrženo v maximální možné míře tak, aby nebyly překročeny stanovené meze. Při dodržení této podmínky byl celkový potenciál řízení (celková denní říditelná energie) využit následovně: první neděle 55 %, třetí středa v dubnu 33 %, den minima 55 %.

Tabulka 9.3 Technický potenciál řízení měst – denní hodnoty (GWh)

	den maxima	třetí středa	den minima
města celkem	2,32	1,75	1,26
HDO	0,46	0,21	0,05
města bez HDO	1,85	1,54	1,21
striktně neříditelná spotřeba	0,19	0,15	0,12
města bez HDO a neříditelné spotřeby	1,67	1,39	1,09
maximální potenciál řízení	0,22	0,18	0,14
řízení při respektování denních činností	0,12	0,02	0,08

NEPŘÍMÉ ŘÍZENÍ VO – PRŮMYSLOVÝ AREÁL

1. Z dat ČSÚ bylo zjištěno, že v roce 2020 bylo na území ČR 2 329 průmyslových podniků s 827 tisíci zaměstnanců. V tomto počtu jsou zahrnuté údaje průmyslových podniků s více než 100 zaměstnanci.
2. Celková spotřeba elektřiny v průmyslu činila 23 050 GWh a spotřeba plynu 23 654 GWh.
3. U typu komunity „průmyslový areál“ bylo postupováno zcela jiným způsobem a s velmi odlišnou mírou podrobnosti, a to z důvodu odlišné datové dostupnosti velkoodběru oproti maloodběru. U maloodběru je možnost odhadu u nepřímého řízení pro domácnosti a bytové domy, protože jsou k dispozici informace o tvaru odběrového diagramu a přibližná informace o tvaru řízení pomocí HDO. Žádná z těchto informací není pro velkoodběr k dispozici. Nepomohla by však ani data ze systému distribuce, protože by nám neřekla nic o skladbě jednotlivých spotřebičů a jejich možnostech odložení spotřeby v čase.

4. Na základě těchto poznatků byl proveden expertní odhad, který vycházel z přesvědčení, že většina možného řízení spotřeby v průmyslu je již v dnešní době zrealizována. To vychází i z podstaty plateb za rezervovanou kapacitu, kdy se platí za výši maximální čtvrt hodinové spotřeby, a to buď na měsíční, nebo roční úrovni.
5. Tabulka 9.4 byla sestavena s následujícími předpoklady:
 - Potenciál řízení byl stanoven pro běžné zatížení.
 - Běžná spotřeba velkoodběru bude jen z velmi malé části řízena podle požadavku soustavy, agregátorů nebo jakékoliv jiné strany. Většina spotřeby je řízena podle požadavku výroby nebo pro dosažení co nejnižších nákladů.
 - Elektrokotle nebyly uvažovány, a to z toho důvodu, že se v dnešní době využívají pouze pro služby výkonové rovnováhy. Takovéto elektrokotle již nejsou součástí samotného řízení, jelikož podíl elektrokotlů pro nepřímé řízení je 0 %.

Tabulka 9.4 Technický potenciál řízení průmyslových areálů

řešené proměnné		jednotky
průměrné roční zatížení VO	5 194,0	MW
podíl zatížení pro nepřímé řízení	5,0	%
zatížení pro nepřímé řízení	259,7	MW
využití nepřímého řízení	450,0	h/rok
roční spotřeba pro nepřímé řízení	116,5	GWh

NEPŘÍMÉ ŘÍZENÍ – ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO

Řízení spotřeby je pro typ komunity zemědělství nepraktické, například kvůli nevhodným lokalitám, používaným technologiím nebo příliš malému potenciálu samotného řízení. Z tohoto důvodu nebyl v této studii zkoumán možný potenciál řízení spotřeby v zemědělství.

9.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

POSTUP REDUKCE TECHNICKÉHO POTENCIÁLU NA EKONOMICKÝ

Nepřímé řízení spotřeby vyžaduje minimální investice a provozní náklady. Nákladem se v tomto případě bere spíše snížení komfortu v důsledku změny využití elektřiny. Z tohoto důvodu není možné stanovit ekonomický potenciál řízení spotřeby prostřednictvím výpočtu rentability, respektive doby návratnosti. Výsledná redukce z technického potenciálu na ekonomický je proto provedena expertním odhadem, na základě dlouhodobých analýz této problematiky. Odhad ekonomického potenciálu je provedený variantně. V následující tabulce jsou jednotlivé podíly využití technického potenciálu pro dané typy komunit.

Tabulka 9.5 Podíly k řízení jednotlivých typů komunit

typ komunity	podíl k řízení (%)
bytové domy	20
obec	25
město	33
průmyslový areál	50
zemědělské družstvo	0

MOO – BYTOVÉ DOMY

Pro část MOO, bytové domy, byla zvolena nižší hodnota využití, a to 20 % využití technického potenciálu. Tato hodnota je ve srovnání s velkoodběrem, konkrétně průmyslem, nižší, protože zajištění řízení je pro menší odběry relativně nákladné, a protože případný výsledný ekonomický efekt bude taktéž méně honorován.

Tabulka 9.6 Ekonomický potenciál nepřímého řízení – bytové domy

	minimální	střední	maximální	jednotky
denní technický potenciál řízení	1,0	1,5	2,0	GWh/den
roční technický potenciál řízení	365,0	547,5	730,0	GWh/rok
podíl k řízení	13,3	20,0	26,7	%
ekonomický potenciál řízení	73,0	109,5	146,0	GWh/rok

OBEC

Technický potenciál řízení je pro obce nižší než pro bytové domy, avšak sebemenší snahou o řízení spotřeby je možno dosáhnout větších změn. Proto byl pro obce zvolen procentuálně vyšší podíl využití technického potenciálu řízení, viz následující tabulka.

Tabulka 9.7 Ekonomický potenciál nepřímého řízení – malé obce

	minimální	střední	maximální	jednotky
denní technický potenciál řízení	30,4	45,6	60,8	MWh/den
roční technický potenciál řízení	11,1	16,6	22,2	GWh/rok
podíl k řízení	16,7	25,0	33,3	%
ekonomický potenciál řízení	2,8	4,2	5,5	GWh/rok

MĚSTO

Ekonomický potenciál měst byl volen obdobně jako pro obce, jen s tou úvahou, že vyšší koncentrace budov znamená i vyšší možnost využití technického potenciálu řízení. Proto byl zvolen podíl využití 33 %.

Tabulka 9.8 Ekonomický potenciál nepřímého řízení – města

	minimální	střední	maximální	jednotky
denní technický potenciál řízení	0,05	0,08	0,11	GWh/den
roční technický potenciál řízení	19,47	29,20	38,93	GWh/rok
podíl k řízení	22,00	33,00	44,00	%
ekonomický potenciál řízení	6,42	9,64	12,85	GWh/rok

VO – PRŮMYSLOVÝ AREÁL

Jelikož je již dnes velko odběr v energetice vysoce aktivní, tak nebývá běžně uvažován jako sektor pro aktivizaci zákazníků. Jedná se o velké množství toků energií, které přinášejí značné možnosti úspor, nebo naopak navýšení nákladů. Řízení spotřeby je u velko odběru snadné a bez větších problémů možné.

Tabulka 9.9 Ekonomický potenciál nepřímého řízení – průmyslové areály

	minimální	střední	maximální	jednotky
roční technický potenciál řízení	77,7	116,5	155,3	GWh/rok
podíl k řízení	33,3	50,0	66,7	%
ekonomický potenciál řízení	38,8	58,3	77,7	GWh/rok

ZEMĚDĚLSKÉ DRUŽSTVO

Jak bylo výše zmíněno, technický potenciál řízení nebyl v této studii pro zemědělská družstva vypracován. Proto i ekonomický potenciál řízení a jeho varianty rozvoje bereme jako nulové.

9.3 SHRNU TÍ

TECHNICKÝ POTENCIÁL

Následující tabulka ukazuje souhrn technických potenciálů nepřímého řízení bytových domů, obcí a měst. Pro tyto typy komunit byly voleny tři ukázkové dny – den maxima a minima, a třetí středa v dubnu. Procentuální využití technického potenciálu v jednotlivých dnech je vždy popsáno u každé z komunit. Z tabulky můžeme vidět, že pro řízení spotřeby jsou bytové domy nejvýhodnějším typem komunity, a to například kvůli velkému množství spotřebičů, u kterých by se dala řídit jejich spotřeba. Naopak nejmenší technický potenciál představuje typ komunity „obce“.

Tabulka 9.10 Souhrn technických potenciálů jednotlivých komunit

řízení při respektování denních činností	den maxima	třetí středa	den minima	jednotky
bytové domy	2,30	0,70	1,50	GWh
obce	69,90	35,00	45,60	MWh
města	0,12	0,02	0,08	GWh

Komunity průmysl a zemědělství byly zpracovány následovně – průmysl, jakožto velkoodběr, byl zpracován na základě expertního odhadu, který vycházel z předpokladu, že většina možného řízení spotřeby v průmyslu je již v dnešní době zrealizována. Při prvotním náhledu do řízení spotřeby v zemědělství bylo dosaženo poznatku, že je pro tento typ komunity řízení spotřeby nepraktické, například kvůli nevhodným lokalitám, používaným technologiím, nebo příliš malému potenciálu samotného řízení, a proto nebylo v této studii blíže zkoumáno.

Tabulka 9.11 Souhrn technických potenciálů řízení jednotlivých komunit (GWh/rok)

řízení při respektování denních činností	
průmyslové areály	116,5
zemědělská družstva	0,0

EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Nepřímé řízení spotřeby vyžaduje minimální investice a provozní náklady. Nákladem se v tomto případě bere spíše snížení komfortu v důsledku změny využití elektřiny. Z tohoto důvodu není možné stanovit ekonomický potenciál řízení spotřeby pro ekonomický výpočet návratnosti. Výsledná redukce z technického potenciálu na ekonomický proto byla provedena expertním odhadem, na základě dlouhodobých analýz této problematiky, pomocí podílu využití technického potenciálu, viz. tabulka 9.5.

Tabulka níže shrnuje ekonomický potenciál řízení jednotlivých komunit a tří variant rozvoje. Z tabulky je patrné, že ekonomický potenciál obcí a měst je malý, až zanedbatelný, vůči ekonomickému potenciálu řízení bytových domů a průmyslu.

Tabulka 9.12 Souhrn ekonomického potenciálu řízení jednotlivých komunit (GWh/rok)

ekonomický potenciál řízení	minimální	střední	maximální
bytové domy	73,0	109,5	146,0
obce	2,8	4,2	5,5
města	6,4	9,6	12,8
průmyslové areály	38,8	58,3	77,7
zemědělská družstva	0,0	0,0	0,0

10 FLEXIBILITA

Předešlá kapitola se věnovala řízení spotřeby, které představuje zápornou flexibilitu. Navazuje flexibilita kladná, kterou typicky nabízejí kogenerační jednotky. Kapitola přebírá hodnoty technického potenciálu z kapitoly 6. – z uvedených výsledků je patrné, že obce, města a zemědělská družstva mají relativně marginální hodnoty potenciálu, a proto se ani nepředpokládá, že by poskytovaly flexibilitu. Toto opatření je tedy řešeno pouze pro bytové domy a průmyslové areály.

Aktivitou se rozumí, že flexibilita bude poskytnuta více zákazníkům (řešeny mikrokogenerace z definice do 50 kW), jejichž výkon bude agregován. V současné době lze v podmínkách ČR agregaci vykonávat pouze v režimu integrovaného operátora a minimální výkon je 1 MW. Jedná se tedy o subjekty, které současně dodávají elektřinu zákazníkům a nakupují elektřinu od výrobců. Na flexibilitu lze nahlížet jak z pohledu změny množství elektřiny odebírané z přenosové nebo distribuční soustavy nebo dodávané do přenosové či distribuční soustavy v daném časovém intervalu oproti sjednaným či předpokládaným diagramům odběru nebo dodávky v reakci na cenové signály nebo povel, tak i z pohledu agregace nefrekvenčních služeb. Agregovaná flexibilita může být uplatněna:

- na velkoobchodních trzích,
- na trzích s podpůrnými službami a pro řízení přetížení,
- jako nefrekvenční podpůrné služby pro provozovatele ES,
- obchodníky k úpravě vlastní obchodní pozice a řízení odchylky,
- v rámci energetického společenství.

Zjednodušeně řečeno se očekává, že agregátoři budou flexibilitu slučovat a nabízet jí pak na trhy s elektřinou. Pro účely této studie jsou do agregace flexibility zahrnuté pouze ty zdroje, které nenabízejí podpůrné služby (mají tedy instalovaný výkon nižší než 1 MW).

10.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

Jak už bylo uvedeno výše, opatření navazuje na hodnoty technického potenciálu kogeneračních jednotek pro bytový dům a průmyslový areál (ostatní typy komunit nejsou vzhledem k marginálním hodnotám potenciálů řešeny):

- technický potenciál bytových domů: 360 MW,
- technický potenciál průmyslových areálů: 131 MW.

Při stanovení technického potenciálu je potřeba zohlednit, že velikost kogeneračních jednotek je dimenzována podle poptávky po dodávkovém teple. To znamená, že v období topné sezóny nebudou mít zdroje prostor poskytovat flexibilitu, protože po většinu dne budou dodávat teplo (do úvahy přichází noční hodiny, pokud budou naplněny hlukové požadavky během doby nočního klidu). V důsledku tak bude možné nabízet výkon pro agregaci pouze během letního

období, respektive mimo vytopenskou sezónu. Nelze však předpokládat, že uplatněné budou paušálně všechny mikrokogenerace v rámci agregovaných bloků. Spíše naopak budou tyto možnosti omezené vzhledem k velkému zájmu. Na základě dlouhodobých analýz a sledování trhů je uvažováno, že uplatněno v rámci agregovaných bloků bude 20 % technického potenciálu kogeneračních jednotek. Zároveň, jak už bylo řečeno výše, služby výkonové rovnováhy budou nabízeny majoritně v letním období (do úvahy přicházejí ještě noční úseky během zimy) – nadále bude potřeba TUV i během letních měsíců. Provedený odhad v sobě taktéž zohledňuje, že služby výkonové rovnováhy budou poskytovány na principu aukcí a je tedy vysoce nepravděpodobné, že bude využit kompletní časový fond, jež přichází do úvahy.

Tabulka 10.1 Technický potenciál flexibility (MW)

	MW	GWh/rok
bytový dům	72	138
malá obec	0	0
město	0	0
průmyslový areál	26,2	50
zemědělské družstvo	0	0
technický potenciál celkem	98	189

10.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Stanovení ekonomického potenciálu prostřednictvím doby návratnosti nelze u poskytování flexibility provést. Předpokládá se, že ve většině případů bude poskytování takových služeb pouze jako doplněk k výrobě tepla a elektřiny. Z toho důvodu je ekonomický potenciál pouze expertně odhadnut. Přitom se očekává, že střední varianta odpovídá 50 % technického potenciálu, maximální 75 % a minimální varianta 25 %. Výsledky shrnuje následující tabulka.

Tabulka 10.2 Ekonomický potenciál flexibility (MW)

	střední varianta	maximální varianta	minimální varianta
bytový dům	36	54	18
malá obec	0	0	0
město	0	0	0
průmyslový areál	13	20	7
zemědělské družstvo	0	0	0
ekonomický potenciál celkem	49	74	25

10.3 SHRNUTÍ

Potenciál flexibility je odvozen od potenciálu kogeneračních jednotek řešených v kapitole 6. Analýzy ukázaly, že v rámci municipalit a zemědělských družstev je potenciál kogenerace naprosto minimální, a proto je řešena flexibilita pouze u bytových domů a zemědělských areálů.

Předpokládá se, že výkon jednotlivých mikrokogenerací budou slučovat a následně nabízet agregátoři. Následující tabulka shrnuje hodnoty technického i ekonomického potenciálu.

Tabulka 10.3 Shrnutí potenciálu flexibility (MW)

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední varianta	maximální varianta	minimální varianta
bytový dům	72	36	54	18
malá obec	0	0	0	0
město	0	0	0	0
průmyslový areál	26	13	20	7
zemědělské družstvo	0	0	0	0
potenciál celkem	98	49	74	25

11 ŘÍZENÍ A NABÍJENÍ ELEKTROMOBILITY

Nabízí dvojí aktivní využití nabíjecí infrastruktury:

- řízení odběru – přesouvání v čase,
- využití kapacity elektromobilu k dodávce do sítě.

Pro komunitní energetiku předpokládáme využití řízení nabíjení segmentu vozidel M1 – osobní vozidlo do 3,5 t a N1 – lehké užitkové vozidlo (LUV) do 3,5 t v místní přepravě. Využití řízení těžších nákladních vozidel, zejména vozidel pro dálkovou přepravu se předpokládá jen nevýznamně, stejně jako v případě elektrobusů.

Největší potenciál řízení zatížení se předpokládá u pomalého rezidentního nabíjení. Část elektromobilů bude moci za předpokladu výhodných cenových podmínek nabízet výkon baterií připojeného automobilu k využití do kladné rezervy.

11.1 POČTY VOZIDEL A JEJICH PRŮMĚRNÁ DENNÍ SPOTŘEBA

Studie zpracovaná v rámci ZL 17 NAP SG²⁹ předpokládá postupný nárůst penetrace elektromobilů v jednotlivých kategoriích vozidel. Hybridní vozidla budou podle předpokladů postupně zcela nahrazena elektromobily, plug-in hybridy se na kratších tratích chovají obdobně jako elektromobily.

OSOBNÍ AUTOMOBILY

Tabulka 11.1 Základní sumární údaje pro osobní automobily (M1)

nízký scénář	2020	2025	2030	2035	2040	2045
podíl BEV na nových registracích	1,6%	1,6%	2,3%	4,8%	7,4%	10,0%
kumulovaný počet BEV	7 109	26 252	40 714	79 461	214 536	377 586
podíl PHEV na nových registracích	0,7%	0,9%	4,0%	5,4%	6,7%	8,0%
kumulovaný počet PHEV	2 726	13 171	42 619	105 375	231 497	351 045
kumulovaný počet BEV+PHEV	9 835	39 423	83 333	184 836	446 033	728 631

K roku 2045 dosahuje očekávaná penetrace elektromobilů v kategorii M1 75 %. Při uvažovaném denním nájedu 37 km/den a průměrné spotřebě osobních elektromobilů 17 kWh/100 km dosahuje výsledná denní průměrná spotřeba na dobíjení jednoho vozidla při

²⁹ Aktualizace predikce vývoje elektromobility v ČR do roku 2045, NAP SG

uvažování účinnosti nabíjení 90 % hodnoty 7 kWh. Střední velikost baterie osobního automobilu je uvažována 65 kWh.

LEHKÁ UŽITKOVÁ VOZIDLA

Tabulka 11.2 Základní sumární údaje pro lehká užitková vozidla

vysoký scénář - LUV	2020	2025	2030	2035	2040	2045
podíl BEV na nových registracích	0,6%	9,5%	50,0%	92,5%	92,5%	92,5%
kumulovaný počet BEV	459	6 809	45 125	157 205	298 921	411 775

K roku 2045 dosahuje očekávaná penetrace elektromobilů v LUV 63 %. Průměrný nájezd LUV je vyšší než u M1, uvažuje se 52 km/den. Při průměrné spotřebě elektrických LUV 25 kWh/100 km je denní průměrná spotřeba na dobíjení jednoho vozidla 14,4 kWh.

UŽITKOVÁ VOZIDLA PRO DÁLKOVOU DOPRAVU

Nákladní vozidla, určená pro dálkovou dopravu, nejsou typicky zastoupena v žádné ze zvažovaných komunit. U této kategorie vozidel se předpokládá využívání alternativních paliv, například vodíku. I v případě využívání bateriových nebo trolejových elektrických nákladních vozidel bude snahou provozovatelů maximalizovat jejich využití skrze úplné využití nabíjecího výkonu a kapacity baterie pro dopravní výkon. Potenciál pro řízení nabíjení, v případě dostupnosti, bude použit pro optimalizaci ceny nabíjecí elektřiny nebo kapacity daného nabíjecího místa podle potřeb provozovatele těchto typů vozidel. Z pohledu zvažovaných komunit tedy nebude relevantní.

ELEKTROBUSY MHD

Přibližně třetina obyvatel ČR žije v místech s dostupnou městskou hromadnou dopravou. Celkový provozovaný počet autobusů MHD se dlouhodobě pohybuje okolo 3000. Při předpokládané náhradě 90 % tohoto počtu elektrobuses se jedná o 2700 vozidel. Obdobně jako u užitkových vozidel pro dálkovou dopravu se předpokládá využití potenciálu pro řízení nabíjení zaručující optimalizaci ceny nabíjecí elektřiny nebo kapacity daného nabíjecího místa podle potřeb provozovatele těchto vozidel. Z pohledu zvažovaných komunit tedy nebude relevantní. Předpokládá se dobíjení zejména ve vozovkách, popřípadě na konečných stanicích nacházejících se mimo veřejnou dobíjecí infrastrukturu. Potenciál řízení nabíjení nebude opět z pohledu zvažovaných komunit relevantní.

11.2 TYPY NABÍJENÍ

Nabíjecí stanice s pomalým nabíjením budou instalovány v místech parkování vozidel, tedy v garážích rodinných a bytových domů, na soukromých venkovních a veřejných parkovištích, u obytných, obecních či firemních budov.

Veřejné rychlé nabíjení bude pokrývat potřebu nabíjení podél dopravních cest a na místech s předpokládaným dojezdem většího množství aut (například obchodní centra), která budou chtít pokračovat v další cestě. Provoz stanic rychlého nabíjení bude intenzivně koordinován v rámci jednotlivých dobíjecích stanic a v některých případech i v rámci jedné sítě vn. Vzhledem k jejich využití, které bude určeno požadavky zákazníků, není předpokládáno, že by mohly výrazně měnit svůj odběrový diagram.

Dobíjení podnikové bude pokrývat dobíjení části LUV a elektrobusů.

Očekává se, že podíl jednotlivých typů nabíjení osobních automobilů na celkové spotřebě pro nabíjení bude:

- rezidentní – 90 %,
- veřejné rychlé – 5 %,
- zaměstnání – 5 %.

Důvodem pro vysoké zastoupení rezidentního nabíjení je předpokládaná cenová výhodnost této formy nabíjení.

11.3 NABÍJECÍ KŘIVKY

Rozložení požadavků na nabíjecí výkon v čase (nabíjecí křivky) vychází z předpokládaného chování provozovatelů elektrovozů, očekávaného nájezdu a typu dobíjení³⁰. Předpokládá se, že největší část uživatelů začíná nabíjet baterii před spotřebováním 50 % energie uložené v baterii. Nejvyšší průměrný výkon připadající na jeden elektromobil je 0,9 kW v případě nabíjení rezidentního a v zaměstnání. U veřejného pomalého nabíjení je nižší, 0,5 kW. Tyto hodnoty respektují soudobosti nabíjení i předpokládaný podíl vozidel aktivně provozovaných a vozidel v klidu.

ŘÍZENÍ NABÍJENÍ

Řízením nabíjení je míněno aktivní řízení nabíjecího výkonu elektro vozu nebo jejich skupiny. Účelem je při zajištění požadované úrovně dobití vozu snížení celkového nabíjecího výkonu jeho rozložením v čase nebo naopak navýšení výkonu jako forma negativní regulace.

Nejvyšší potenciál řízení nabíjení je u pomalého nabíjení po delší dobu, tedy typicky u rezidentního nabíjení, kdy je elektromobil dobíjen přes noc a průměrná požadovaná energie

³⁰ Dílčí studie pro pracovní tým A25. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/3/Integrace_emobility_loadflow_studie_EGU.pdf

umožňuje časovou flexibilitu dobíjení v rámci doby odstavení vozidla. Předpokládá se, že 20 % nabíjených vozidel nebude zapojeno do řízení.

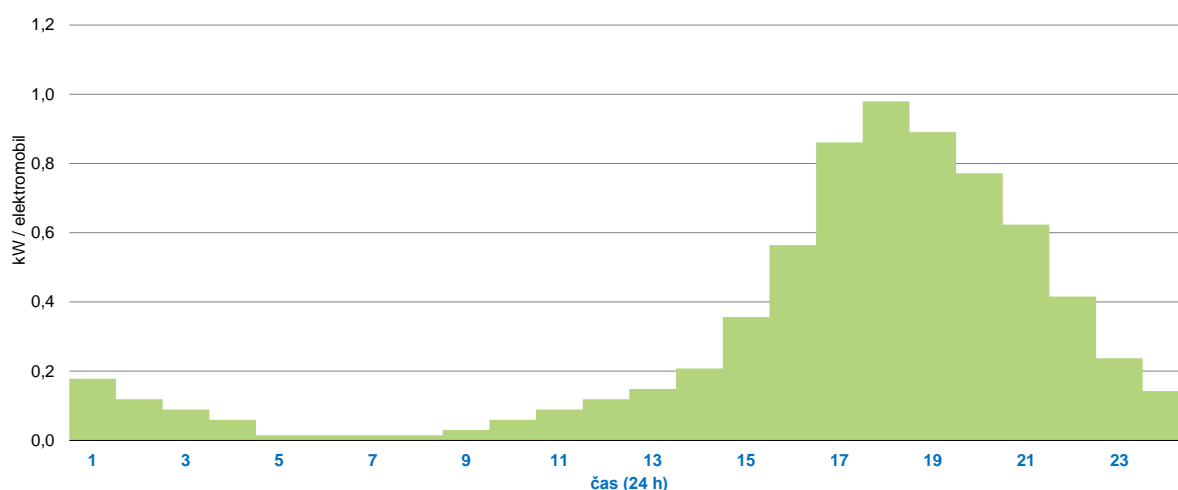
Potenciál pro poskytování negativní regulace je největší u komerčního dobíjení, dobíjení v zaměstnání a rezidentní dobíjení vozidel nevyjíždějících denně. I v tomto případě se počítá s podílem 20 % vozidel, které se nebudou účastnit dobíjení.

REZIDENTNÍ NABÍJENÍ

Předpokládá se, že naprostá většina uživatelů bude zahajovat dobíjení svého vozidla po příjezdu ze zaměstnání či jiné aktivity do svého obydlí. Pro stanovení pravděpodobnostního rozdělení zahájení dobíjení této skupiny uživatelů lze tudíž použít časy příjezdů rezidentů do svých domovů.

Pro doplnění denní průměrné spotřeby vozidla (7 kWh pro M1) rezidentním dobíjením v čase mezi večerním příjezdem a ranním odjezdem (10 hodin) by v ideálním případě bylo potřeba výkon 0,7 kW, resp. 1,4 kW. To by představovalo omezení dobíjecího výkonu na 7 %. Ve skutečnosti nebudou všechny odběry plně řízeny a řízení samotné nepředstavuje ideální řešení. Reálné omezení špičky výkonu lze očekávat na 30-50 % u jednotlivé nabíječky a 20-30 % u velké skupiny nabíječek s vlivem soudobosti.

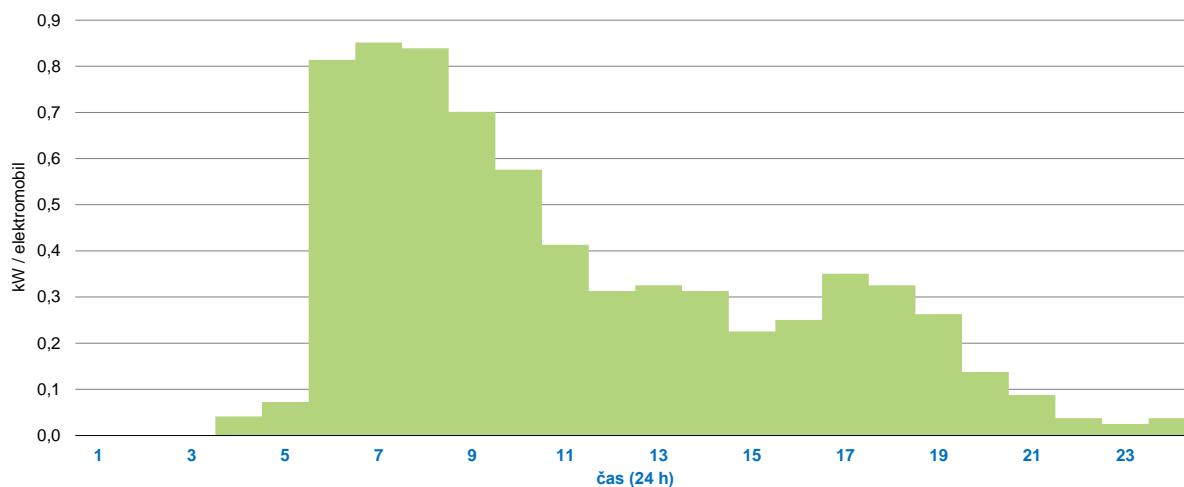
Obrázek 11.1 Nabíjecí křivka – rezidentní nabíjení



NABÍJENÍ V ZAMĚSTNÁNÍ

Nabíjecí křivka „Nabíjení v zaměstnání“ zahrnuje nabíjení vozidel zaměstnanců a nabíjení osobních služebních vozidel. Průběh v sobě zahrnuje dominantní náběh na začátku běžné pracovní doby a náběh nabíjení služebních vozidel na konci pracovní doby, případně začátek druhé směny. Průběhy byly odvozeny z měření dynamiky nájezdů na záchytná parkoviště a z dynamiky průběhů křivek z TP 189 pro ranní hodiny. Při dobíjení elektro vozů kategorie M1 v zaměstnání je čas pro dobítí kratší (9 hodin), vyšší je požadovaná energie dobíjení (3,6 kWh). Výsledný minimální průměrný dobíjecí výkon jedné dobíjecí stanice je pak 0,5 kW.

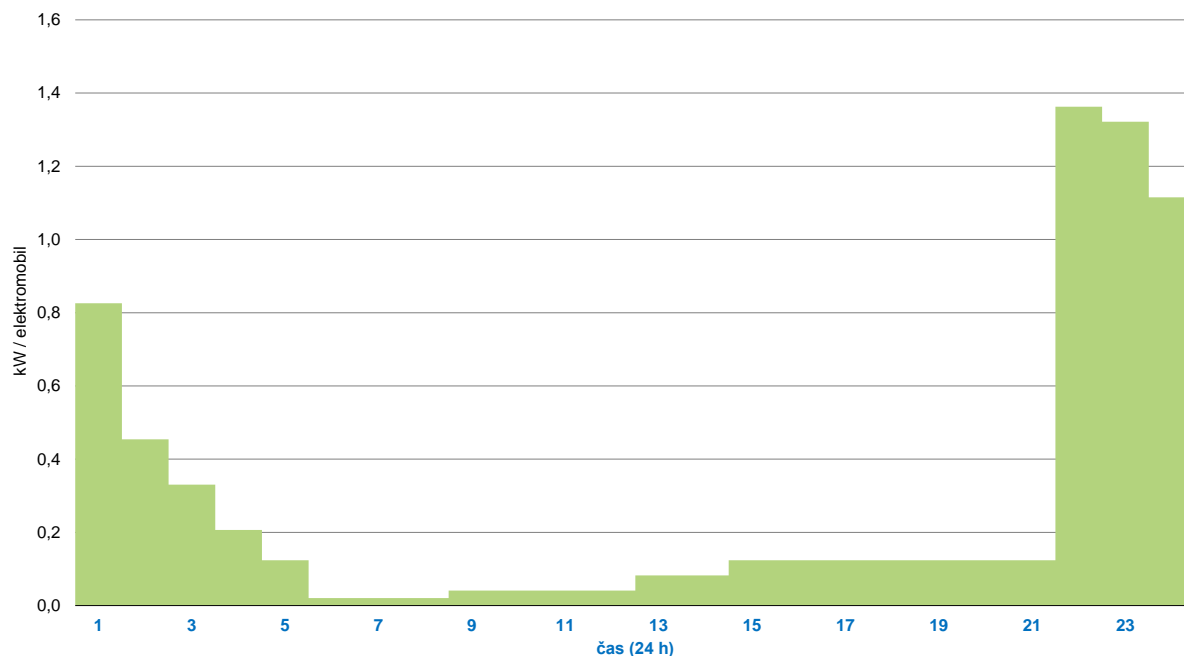
Obrázek 11.2 Nabíjecí křivka – nabíjení v zaměstnání



VEŘEJNÉ NABÍJENÍ

Jedná se o nabíjení vázané na provoz v blízkosti hlavních komunikací. Konstrukce nabíjecí křivky vychází z průběhů uvedených TP 189, respektuje fakt, že k veřejnému nabíjení bude docházet se stejným rozložením, jako je rozložení intenzity dopravy na veřejných komunikacích. Uvažuje se s délkou nabíjecí relace ve výši maximálně 1 hodina.

Obrázek 11.3 Nabíjecí křivka – pomalé a rychlé veřejné nabíjení



11.4 TECHNICKÝ POTENCIÁL

Technický potenciál výkonů, které mohou být řízeny k přesunu nabíjení v čase, je stanoven jako teoretické maximum s ohledem na počet elektro vozů a jejich charakteristiky. Celá problematika je vysoce netriviální a zejména časové rozložení dostupnosti uvedených výkonů bude otázkou organizace trhu a nabíjecí infrastruktury a podrobně se nyní nedá predikovat. Část výkonu nabíjení bude řízena pro potřeby omezit lokální problémy se sítěmi nízkého a vysokého napětí. Vzhledem k variabilitě síťových podmínek zahrnuje níže prezentované hodnoty paušálně odhadnutý podíl potenciálu potřebného pro potřeby sítí ve výši 30 %.

Jistá část elektromobilů není provozována denně, může být připojena do sítě trvale a baterie elektromobilů tak mohou dodávat výkon i energii.

Tabulka 11.3 Charakteristické údaje pro jeden bytový dům

řešené proměnné	jednotka
počet elektromobilů na BD	6
nejvyšší výkon nabíjecí stanice	10 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	0,9 kW/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení	6 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie	65 kWh/vůz
využitelná kapacita baterie (nabíjení 20 - 80 %)	60 %
minimální požadované nabití	65 %
podíl stále připojených vozidel	30 %
podíl vozidel neregulujících nabíjení	20 %
roční spotřeba nabíjení	13 MWh
potenciál řízení výkonu nabíjení	22 kW/BD
potenciál řízené energie pro nabíjení	14 kWh/den
	5 MWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	9 kWh/den
	3 MWh/rok

Pro souhrnné údaje za bytové domy je počítáno se soudobostí dobíjení, a tedy s nižším jednotkovým průměrným výkonem.

Tabulka 11.4 Souhrnné údaje za bytové domy

řešené proměnné	jednotka
roční spotřeba nabíjení u BD	2 770 GWh
potenciál řízení výkonu nabíjení	425 MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	2 975 MWh/den
	1 086 GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	1 973 MWh/den
	720 GWh/rok

Počet vozidel provozovaných obcí a jejichmi zřizovanými organizacemi je nízký, výraznější je dobíjení vozidel zaměstnanců obce a jí zřizovaných organizací. Uvažovaný počet zaměstnanců obce a zřizovaných organizací je 50. U zaměstnaneckých vozidel se nepředpokládá výrazné nabízení kapacity baterie elektromobilu, prioritou je dobítí vozidla na požadovanou úroveň do konce pracovní doby.

Tabulka 11.5 Charakteristické údaje pro malou obec

řešené proměnné	jednotka
počet obecních elektromobilů M1	3
počet zaměstnaneckých elektromobilů M1	10
počet obecních LUV elektromobilů	1
nejvyšší výkon nabíjecí stanice M1	10 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	1 kW/vůz
nejvyšší výkon nabíjecí stanice LUV	16 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	2 kW/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení M1	6 kWh/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení LUV	14 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie M1	65 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie LUV	80 kWh/vůz
podíl současně připojených vozidel	60 %
využitelná kapacita baterie (nabíjení 20 - 80 %)	60 %
minimální požadované nabití	65 %
podíl vozidel neregulujících nabíjení	40 %
roční spotřeba nabíjení obecních vozidel	12 MWh
roční spotřeba nabíjení zaměstnanců	23 MWh
potenciál řízení výkonu nabíjení vozidel obce	15 kW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	25 kW
potenciál řízení energie pro nabíjení	16 kWh/den
	6 MWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	13 kWh/den
	5 MWh/rok

Tabulka 11.6 Souhrnné údaje za malé obce

řešené proměnné	jednotka
roční spotřeba nabíjení obecních EV	49 GWh
potenciál řízení výkonu nabíjení obecních EV	2 MW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	1 MW
potenciál řízení energie pro nabíjení	23 MWh/den
	8 GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie EV	18 MWh/den
	7 GWh/rok

Ve větším městě je oproti menší obci uvažován poměrově nižší počet zaměstnaneckých vozidel z důvodu předpokládaného vyššího počtu zaměstnanců bydlících v místě a alternativám vůči individuální dopravě.

Tabulka 11.7 Charakteristické údaje pro město

řešené proměnné	jednotka
počet obecních elektromobilů M1	15
počet zaměstnaneckých elektromobilů M1	35
počet obecních LUV elektromobilů	6
nejvyšší výkon nabíjecí stanice M1	10 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	1 kW/vůz
nejvyšší výkon nabíjecí stanice LUV	16 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	2 kW/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení M1	6 kWh/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení LUV	14 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie M1	65 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie LUV	80 kWh/vůz
podíl současně připojených vozidel	50 %
využitelná kapacita baterie (nabíjení 20 - 80 %)	60 %
minimální požadované nabití	65 %
podíl vozidel neregulujících nabíjení	20 %
roční spotřeba nabíjení obecních vozidel	66 MWh
roční spotřeba nabíjení zaměstnanců	80 MWh
potenciál řízení výkonu nabíjení vozidel obce	110 kW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	98 kW
potenciál řízené energie pro nabíjení	82 kWh/den
	30 MWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	86 kWh/den
	31 MWh/rok

Tabulka 11.8 Souhrnné údaje za města

řešené proměnné	jednotka
roční spotřeba nabíjení obecních EV	206 GWh
potenciál řízení výkonu nabíjení obecních EV	6 MW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	0 MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	39 MWh/den
	14 GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie EV	41 MWh/den
	15 GWh/rok

Průměrný počet zaměstnanců průmyslového areálu je uvažován 350.

Tabulka 11.9 Charakteristické údaje pro průmyslový areál

řešené proměnné	jednotka
počet firemních elektromobilů M1	5
počet zaměstnaneckých elektromobilů M1	100
počet obecních LUV elektromobilů	10
nejvyšší výkon nabíjecí stanice M1	16 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	1 kW/vůz
nejvyšší výkon nabíjecí stanice LUV	20 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	2 kW/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení M1	6 kWh/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení LUV	14 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie M1	65 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie LUV	80 kWh/vůz
podíl současně připojených vozidel	80 %
využitelná kapacita baterie (nabíjení 20 - 80 %)	60 %
minimální požadované nabití	65 %
podíl vozidel neregulujících nabíjení	20 %
roční spotřeba nabíjení firemních vozidel	64 MWh
roční spotřeba nabíjení zaměstnanců	230 MWh
potenciál řízení výkonu nabíjení firemních vozidel	125 kW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	717 kW
potenciál řízené energie pro nabíjení	220 kWh/den
	80 MWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	34 kWh/den
	12 MWh/rok

Tabulka 11.10 Souhrnné údaje za průmyslové areály

řešené proměnné	jednotka
roční spotřeba nabíjení firemních EV	414 GWh
potenciál řízení výkonu nabíjení firemních EV	25 MW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	1 MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	512 MWh/den
	187 GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie EV	79 MWh/den
	29 GWh/rok

Uvažovaný počet zaměstnanců družstva je 35, je uvažován vyšší podíl individuální automobilové dopravy zaměstnanců. Je předpokládána i elektrifikace části užitkových vozidel.

Tabulka 11.11 Charakteristické údaje pro zemědělské družstvo

řešené proměnné	jednotka
počet firemních elektromobilů M1	1
počet zaměstnaneckých elektromobilů M1	100
počet obecních LUV elektromobilů	5
nejvyšší výkon nabíjecí stanice M1	16 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	1 kW/vůz
nejvyšší výkon nabíjecí stanice LUV	20 kW
nabíjecí výkon s respektováním soudobosti	2 kW/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení M1	6 kWh/vůz
denní průměrná spotřeba nabíjení LUV	14 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie M1	65 kWh/vůz
průměrná kapacita baterie LUV	80 kWh/vůz
podíl současně připojených vozidel	80 %
využitelná kapacita baterie (nabíjení 20 - 80 %)	60 %
minimální požadované nabití	65 %
podíl vozidel neregulujících nabíjení	20 %
roční spotřeba nabíjení vozidel družstva	29 MWh
roční spotřeba nabíjení zaměstnanců	230 MWh
potenciál řízení výkonu nabíjení vozidel družstva	52 kW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	717 kW
potenciál řízené energie pro nabíjení	176 kWh/den
	64 MWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	9 kWh/den
	3 MWh/rok

Tabulka 11.12 Souhrnné údaje za zemědělská družstva

řešené proměnné	jednotka
roční spotřeba nabíjení EV	364 GWh
potenciál řízení výkonu nabíjení EV družstva	2 MW
potenciál řízení výkonu vozidel zaměstnanců	0 MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	87 MWh/den
	32 GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie EV	4 MWh/den
	2 GWh/rok

11.5 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Ekonomické zhodnocení technického potenciálu je opět podmíněno značným množstvím předpokladů o podmínkách na maloobchodním i velkoobchodním trhu s elektřinou, v podstatě

Ize říci, že se obecně jedná o podobu trhu jako takovou. Navíc, mimo čistě ekonomických podmínek, bude využití potenciálu řízení nabíjení ovlivňováno i jinými faktory. Například v bytovém domě s aktivní komunitou a vlastní komunitní fotovoltaikou bude pravděpodobněji využívání tohoto potenciálu. Za takových podmínek a za situace s výraznou převahou elektromobility by odhad případných výnosů a nákladů nebyl, vzhledem k jeho inherentní nepřesnosti, dostatečně vypovídající pro posuzování potenciálu.

Ekonomický potenciál řízení nabíjení je tedy založen na kvalifikovaném odhadu za následujících předpokladů:

- existence funkčního trhu s elektřinou generujícího správné cenové signály, které motivují uživatele k žádoucímu chování,
- ve středně a dlouhodobém horizontu minimalizace subvencí do elektromobility,
- racionální chování účastníků, kteří v případě ekonomické výhodnosti budou využívat nabízenou příležitost,
- riziko redukce ekonomického potenciálu vlivem přebytku nabízených služeb.

Ekonomický potenciál je zpracován ve třech variantách, minimální, střední a maximální. V minimální variantě potenciál představuje situaci, kdy danou technologii využívají převážně „early adopters“, ochotní akceptovat vyšší rizika či delší dobu návratnosti. Maximální varianta naproti tomu uvažuje s masovým využíváním. Varianta střední předpokládá uměřené využívání dané technologie.

V případě bytového domu je výhodou vyšší celková energie a výkon z pohledu celé ČR, a tedy i vyšší atraktivita pro uplatnění na trhu. Je předpokládán vyšší potenciál řízení nabíjení, který nevede nutně ke snížení uživatelského komfortu a nevyvolává dodatečné náklady pro uživatele. Nižší ekonomický potenciál je uvažován pro nabízení kapacity baterie, který omezuje dostupnou míru nabití akumulátoru a čerpá životnost akumulátoru.

Tabulka 11.13 Podíl ekonomického potenciálu pro bytové domy

řešené proměnné	varianta		
potenciál řízení výkonu nabíjení	minimální	20	%
	střední	50	%
	maximální	80	%
potenciál řízené energie pro nabíjení	minimální	20	%
	střední	50	%
	maximální	80	%
potenciál nabízené kapacity baterie	minimální	10	%
	střední	30	%
	maximální	50	%

V případě malé obce a města je odhadovaný ekonomický potenciál uvažován rozdílný u zaměstnaneckých vozidel oproti vozidlům obecním. Možnost nabíjení zaměstnaneckých vozidel je uvažována jako svého druhu zaměstnanecký benefit umožňující doplnění energie

spotřebované na cestu do zaměstnání. Doba dobíjení se kryje s obdobím vysokého zatížení soustavy, nicméně v období mimo zimu je souběh také s dodávkami z fotovoltaiky. Obecní vozidla budou naproti tomu v pracovní dobu provozována a nabíjena po jejím skončení.

Tabulka 11.14 Podíl ekonomického potenciálu pro obce a města

řešené proměnné	varianta	
potenciál řízení výkonu nabíjení - obecní EV	minimální	30 %
	střední	60 %
	maximální	90 %
potenciál řízení výkonu nabíjení - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	25 %
	maximální	50 %
potenciál řízení energie pro nabíjení - obecní EV	minimální	30 %
	střední	60 %
	maximální	90 %
potenciál nabízené kapacity baterie - obecní EV	minimální	15 %
	střední	30 %
	maximální	50 %
potenciál řízení energie pro nabíjení - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	25 %
	maximální	50 %
potenciál nabízené kapacity baterie - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	20 %
	maximální	30 %

V případě průmyslových a zemědělských areálů je uvažováno částečně i se směnným provozem. U zaměstnaneckých vozidel se předpokládá ekonomický potenciál rozdílný oproti vozidlům firemním. Možnost nabíjení zaměstnaneckých vozidel je i zde řešena jako zaměstnanecký benefit umožňující doplnění energie spotřebované na cestu do zaměstnání. Rovnou pak navazují výsledky ekonomického potenciálu, které jsou představené v následujících tabulkách.

Tabulka 11.15 Podíl ekonomického potenciálu pro průmyslové areály a zemědělské areály

řešené proměnné	varianta	
potenciál řízení výkonu nabíjení - firemní EV	minimální	30 %
	střední	60 %
	maximální	90 %
potenciál řízení výkonu nabíjení - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	25 %
	maximální	50 %
potenciál řízení energie pro nabíjení - firemní EV	minimální	30 %
	střední	60 %
	maximální	90 %
potenciál nabízené kapacity baterie - firemní EV	minimální	15 %
	střední	30 %
	maximální	50 %
potenciál řízení energie pro nabíjení - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	25 %
	maximální	50 %
potenciál nabízené kapacity baterie - zaměstnanci	minimální	10 %
	střední	20 %
	maximální	30 %

Tabulka 11.16 Ekonomický potenciál řízení nabíjení za bytové domy

řešené proměnné	varianta		jednotka
potenciál řízení výkonu nabíjení (-/+)	minimální	-85,0 / +859	MW
	střední	-212,5 / +2 149	MW
	maximální	-340,0 / +3 438	MW
potenciál řízení energie pro nabíjení	minimální	595	MWh/den
		217	GWh/rok
	střední	1 487	MWh/den
		543	GWh/rok
	maximální	1 579	MWh/den
		576	GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	minimální	197	MWh/den
		72	GWh/rok
	střední	592	MWh/den
		216	GWh/rok
	maximální	987	MWh/den
		360	GWh/rok

Tabulka 11.17 Ekonomický potenciál řízení nabíjení za obce

řešené proměnné	varianta		jednotka
potenciál řízení výkonu nabíjení (- /+)	minimální	-0,9 / +10	MW
	střední	-1,8 / +20	MW
	maximální	-2,7 / +30	MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	minimální		4 MWh/den 1 GWh/rok
	střední		8 MWh/den 3 GWh/rok
	maximální		14 MWh/den 5 GWh/rok
	minimální		2 MWh/den 1 GWh/rok
	střední		4 MWh/den 2 GWh/rok
	maximální		6 MWh/den 2 GWh/rok

Tabulka 11.18 Ekonomický potenciál řízení nabíjení za města

řešené proměnné	varianta		jednotka
potenciál řízení výkonu nabíjení (- /+)	minimální	-2 / +21	MW
	střední	-4 / +41	MW
	maximální	-6 / +62	MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	minimální		7 MWh/den 2 GWh/rok
	střední		15 MWh/den 5 GWh/rok
	maximální		25 MWh/den 9 GWh/rok
	minimální		5 MWh/den 2 GWh/rok
	střední		10 MWh/den 4 GWh/rok
	maximální		15 MWh/den 6 GWh/rok

Tabulka 11.19 Ekonomický potenciál řízení nabíjení za průmyslové areály

řešené proměnné	varianta		jednotka
potenciál řízení výkonu nabíjení (- / +)	minimální	-8 / +116	MW
	střední	-16 / +232	MW
	maximální	-24 / +347	MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	minimální	65	MWh/den
		24	GWh/rok
	střední	151	MWh/den
		55	GWh/rok
	maximální	283	MWh/den
		103	GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	minimální	8	MWh/den
		3	GWh/rok
	střední	17	MWh/den
		6	GWh/rok
	maximální	26	MWh/den
		9	GWh/rok

Tabulka 11.20 Ekonomický potenciál řízení nabíjení za zemědělské areály

řešené proměnné	varianta		jednotka
potenciál řízení výkonu nabíjení (- / +)	minimální	-1 / +11	MW
	střední	-2 / +22	MW
	maximální	-2 / +33	MW
potenciál řízené energie pro nabíjení	minimální	10	MWh/den
		4	GWh/rok
	střední	23	MWh/den
		9	GWh/rok
	maximální	45	MWh/den
		17	GWh/rok
potenciál nabízené kapacity baterie	minimální	0	MWh/den
		0	GWh/rok
	střední	1	MWh/den
		0	GWh/rok
	maximální	1	MWh/den
		0	GWh/rok

11.6 SHRNUÍ

Ve všech případech nabízených služeb je celkový technický potenciál za celou ČR nejvýznamnější u komunit typu bytový dům a průmyslový areál. V obou případech je využitelnost tohoto potenciálu pro nabízení služeb výkonové rovnováhy podmíněna agregací desítek až stovek jednotlivých dílčích odběrných míst a jejich nabízení společně. Individuální

využívání, například z důvodu optimalizace nabíjení podle okamžité ceny, bude za dostatečně velký počet odběrných míst z pohledu technického velmi podobné agregovaným komunitám.

Tabulka 11.21 Technický potenciál řízení výkonu nabíjení

typ komunity	veličina	jednotka
Bytový dům	-425 / 4 297	MW
Obec	-3 / 33	MW
Město	-6 / 69	MW
Průmyslový areál	-27 / 386	MW
Zemědělské družstvo	-3 / 36	MW

Tabulka 11.22 Technický potenciál řízení energie pro nabíjení

typ komunity	veličina	jednotka
Bytový dům	2 975	MWh/den
	1 086	GWh/rok
Obec	23	MWh/den
	8	GWh/rok
Město	39	MWh/den
	14	GWh/rok
Průmyslový areál	512	MWh/den
	187	GWh/rok
Zemědělské družstvo	87	MWh/den
	32	GWh/rok

Tabulka 11.23 Technický potenciál nabízení kapacity baterie

typ komunity	veličina	jednotka
Bytový dům	1 973	MWh/den
	720	GWh/rok
Obec	18	MWh/den
	7	GWh/rok
Město	41	MWh/den
	15	GWh/rok
Průmyslový areál	79	MWh/den
	29	GWh/rok
Zemědělské družstvo	4	MWh/den
	2	GWh/rok

Výsledný ekonomický potenciál řízení výkonu nabíjení je významnější pouze u komunit bytový dům a průmyslový areál, a to už v minimální variantě Řiditelný výkon dobíječek je v případě bytových domů neopomenutelný pro chod a řízení elektrických sítí i trh s elektřinou.

Tabulka 11.24 Ekonomický potenciál řízení výkonu nabíjení

typ komunity	minimální	střední	maximální	jednotka
Bytový dům	-85 / 859	-212 / 2 149	-340 / 3 438	MW
Obec	-1 / 10	-2 / 20	-3 / 30	MW
Město	-2 / 21	-4 / 41	-6 / 62	MW
Průmyslový areál	-8 / 116	-16 / 232	-24 / 347	MW
Zemědělské družstvo	-1 / 11	-2 / 22	-2,3 / 33	MW

Z pohledu denní energie, kterou je možné řízením nabíjení ovlivnit je opět řádově nejvýznamnější komunita typu bytový dům, a to i v minimální variantě. Energie v ostatních typech komunit není zanedbatelná, jejich využití lze však očekávat spíše lokálně. Pro nabízení systémových služeb výkonové rovnováhy je s potenciálem bytových domů souměřitelný jen potenciál průmyslových areálů.

Tabulka 11.25 Ekonomický potenciál řízení energie pro nabíjení

typ komunity	minimální	střední	maximální	jednotka
Bytový dům	595	1 487	1 579	MWh/den
	217	543	576	GWh/rok
Obec	4	8	14	MWh/den
	1	3	5	GWh/rok
Město	7	15	25	MWh/den
	2	5	9	GWh/rok
Průmyslový areál	65	151	283	MWh/den
	24	55	103	GWh/rok
Zemědělské družstvo	10	23	45	MWh/den
	4	9	17	GWh/rok

Potenciál nabízení kapacity baterie je mimo komunit typu zemědělské družstvo ekvivalentem jednotek až nízkých desítek současných standardních bateriových úložišť s kapacitou 1 MWh. Vyšší podíl dopravy v klidu u rezidentního parkování, a tedy i u komunit typu bytový dům vytváří ve stavu s téměř úplnou elektrifikací individuální automobilové dopravy významný objem akumulární kapacity, a to i při střízlivém odhadu nabízené kapacity baterie ve výši 15 % a nízké variantě celkového ekonomického potenciálu.

Tabulka 11.26 Ekonomický potenciál nabízení kapacity baterie

typ komunity	minimální	střední	maximální	jednotka
Bytový dům	197	592	987	MWh/den
	72	216	360	GWh/rok
Obec	2	4	6	MWh/den
	1	2	2	GWh/rok
Město	5	10	15	MWh/den
	2	4	6	GWh/rok
Průmyslový areál	8	17	26	MWh/den
	3	6	9	GWh/rok
Zemědělské družstvo	0	1	1	MWh/den
	0	0	0	GWh/rok

12 BATERIOVÁ AKUMULACE

S postupujícím rozvojem výroby elektřiny z intermitentních obnovitelných zdrojů (například z fotovoltaiky a větru) se zvyšuje riziko nerovnováhy dodávky elektrické energie a poptávky po ní v rámci elektrizační soustavy. Jedním z řešení jsou systémy pro akumulaci energie. Tyto systémy mohou zajišťovat služby ve více oblastech:

- snižování špičkového zatížení,
- zajišťování podpůrných služeb (kvalita, stabilita a spolehlivost dodávky elektřiny),
- časový přesun vyrobené elektřiny do doby odpovídající přirozené spotřebě,
- libovolné způsoby uplatnění akumulace pro komerční účely.

Intermitentní provoz větrných a fotovoltaických zdrojů produkujících elektřinu pouze v určité části dne, převážně mimo odběrové špičky, pomůže usměrnit denní akumulace reprezentovaná bateriovými systémy umístěnými přímo u jednotlivých zdrojů drobných výrobců. Jedná se o takzvanou nesystémovou akumulaci.

V souvislosti s komunitní energetikou se nejvíce očekává uplatnění akumulace v kombinaci s rozvojem využívání sluneční a větrné energie. Lze očekávat, že akumulace bude zejména využívána pro časový přesun vyrobené elektřiny do doby odpovídající přirozené spotřebě. Na druhou stranu, proti masivnějšímu využívání bateriové akumulace stojí stále relativně vysoké investiční náklady.

12.1 TECHNICKÝ POTENCIÁL

- Stanovení technického potenciálu je bezprostředně navázáno na množství instalovaného výkonu fotovoltaických a větrných elektráren u řešených typů komunitní energetiky.
- Při stanovení technického potenciálu se vychází z optimální kapacity bateriového úložiště pro danou energetickou komunitu. Diagram spotřeby bytových domů se velice výrazně liší od diagramu spotřeby obcí, měst, průmyslových areálů i zemědělských družstev. Bateriová akumulace u bytových domů by měla mít větší kapacitu na jednotku instalovaného výkonu nežli bateriová akumulace ostatních analyzovaných energetických komunit. Je to dáno odlišným průběhem spotřeby.

Tento předpoklad rovněž souvisí s podmínkami dotačních programů. Zatímco bytové domy mohou využívat dotačního programu Nová zelená úsporám, ostatní analyzované energetické komunity budou moci využívat dotací v rámci Modernizačního fondu. Níže uvedená tabulka ukazuje maximální výši investiční podpory a rozsahy kapacity bateriové akumulace, která je jednotlivými dotačními programy podporována.

Tabulka 12.1 Podporovaný rozsah kapacity baterií a výše podpory

energetická komunita	kapacita baterie jako násobek P_{inst} FVE pro získání dotace		výše dotace
	minimální kapacita	maximální kapacita	
bytový dům	0,50	1,50	10 000 CZK/kWh
malá obec	0,20	1,00	max 50 %
město	0,20	1,00	max 50 %
průmyslový areál	0,20	1,00	max 50 %
zemědělské družstvo	0,20	1,00	max 50 %

Pro stanovení technického potenciálu se na základě výše uvedené tabulky jeví jako nejvhodnější převzít hodnoty na horní hranici uvedeného rozsahu. Výsledné hodnoty, vhodné pro stanovení technického potenciálu, jsou stanoveny v následující tabulce.

Tabulka 12.2 Vztah kapacity baterie a instalovaného výkonu FVE a VTE

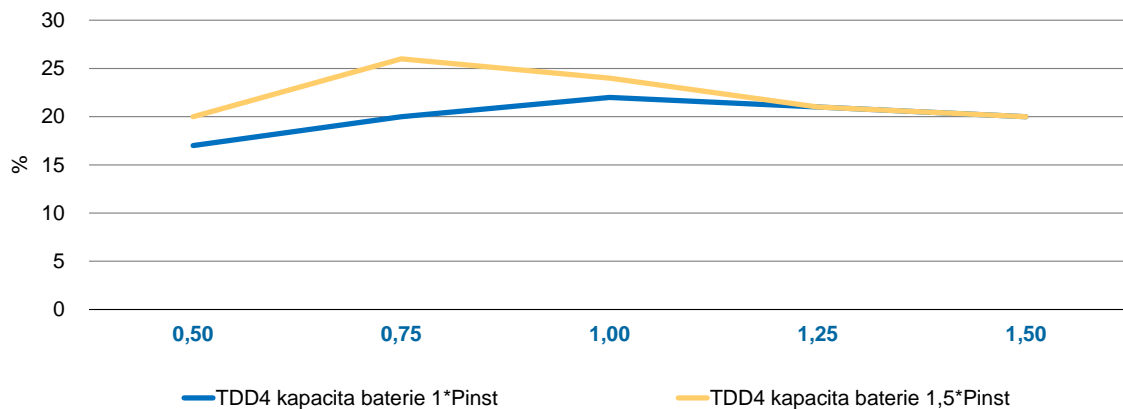
energetická komunita	násobek instalovaného výkonu FVE a VTE
	%
bytový dům	1,5
malá obec	1,0
město	1,0
průmyslový areál	1,0
zemědělské družstvo	1,0

Pro různě dimenzovaný výkon FVE ukazuje následující tabulka navýšení procentuálního využití krytí vlastní spotřeby odběrného místa vlivem bateriové akumulace pro TDD4 a TDD1. TDD4 je typový diagram dodávky, který je možné použít pro bytové domy, zatímco TDD1 představuje typový diagram dodávky předpokládaného průběhu spotřeby v ostatních námi analyzovaných komunitách. Pro lepší přehlednost je níže uvedeno rovněž grafické zpracování.

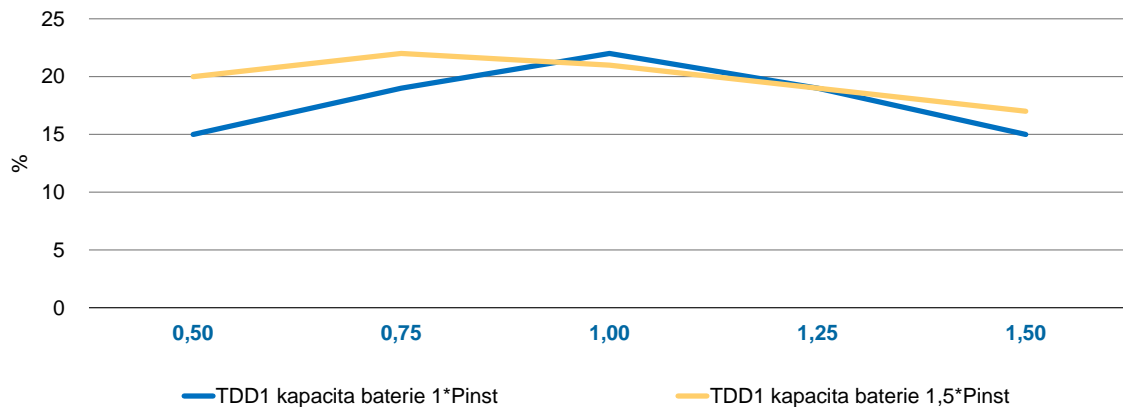
Tabulka 12.3 Navýšení využití krytí vlastní spotřeby z FVE vlivem bateriové akumulace

poměr instalovaného výkonu FVE (kW) vůči spotřebě OM (MWh)	TDD4		TDD1	
	kapacita baterie $1,5 \cdot P_{inst}$	kapacita baterie $1,5 \cdot P_{inst}$	kapacita baterie $1,5 \cdot P_{inst}$	kapacita baterie $1,5 \cdot P_{inst}$
	%	%	%	%
0,50	17	20	15	20
0,75	20	26	19	22
1,00	22	24	22	21
1,25	21	21	19	19
1,50	20	20	15	17

Obrázek 12.1 Navýšení využití elektřiny z FVE vlivem bateriové akumulace pro TDD4



Obrázek 12.2 Navýšení využití elektřiny z FVE vlivem bateriové akumulace pro TDD1



Z výše uvedených obrázků je zřejmé, že v případě TDD4, použitého pro bytové domy, dochází za podmínek vhodného dimenzování FVE a využití baterií o kapacitě ve výši 1,5násobku P_{inst} FVE k cca 5 % navýšení krytí vlastní spotřeby OM z FVE oproti případu s bateriemi o kapacitě ve výši 1násobku P_{inst} FVE. V případě TDD1 uvažovaného pro ostatní analyzované energetické komunity je však využití elektřiny, při vhodně dimenzované velikosti instalovaného výkonu FVE, velmi podobné v případě baterií o kapacitě 1násobku P_{inst} FVE jako v případě použití akumulace s kapacitou 1,5násobku P_{inst} FVE. Tyto výsledky tak ukazují na vyváženost nastavení limitů podporované velikosti akumulace uvedenými dotačními programy.

Při výpočtu technického potenciálu bateriové akumulace se tedy vychází z horní hranice dotačními programy podporovaného rozsahu. V případě bytových domů se jedná o 1,5násobek instalovaného výkonu, zatímco v případě ostatních analyzovaných energetických komunit se jedná o kapacitu baterie ve výši instalovaného výkonu FVE a VTE zdrojů. Při vyšších kapacitách baterií totiž nedochází k ekonomicky efektivnějšímu využití baterií – nelze také baterie efektivně využít ani pro nabíjení či pro čerpání elektřiny.

Pro kombinaci FVE i VTE jsou uvažovány výše uvedené hodnoty kapacity bateriové akumulace. Vlivem takto dimenzované kapacity dochází v případě bytových domů k přibližně

25% navýšení uplatnění energie intermitentního zdroje, zatímco v případě ostatních energetických komunit se předpokládá, s ohledem na nižší kapacitu navýšení, využití intermitentních zdrojů na pokrytí vlastní spotřeby energetické komunity o přibližně 20 %.

KVANTIFIKACE FVE A VTE PRO TECHNICKÝ POTENCIÁL AKUMULACE

Stanovení technického potenciálu bateriové akumulace se odvíjí od velikosti instalovaného výkonu FVE a VTE pro danou komunitní energetiku. Následující tabulky uvádí technický potenciál sluneční a větrné energie pro každý z analyzovaných případů.

Tabulka 12.4 Technický potenciál FVE a VTE energetické komunity

energetická komunita	FVE kW	VTE kW	celkem kW
bytový dům	18	0	18
malá obec	483	333	816
město	2 414	504	2 918
průmyslový areál	651	0	651
zemědělské družstvo	559	0	559

Na základě výše uvedené tabulky potenciálu FVE a VTE pro daný příklad energetické komunity s použitím uvedené metodiky je možné určit pro každou komunitu následovný technický potenciál, který je uvedený v tabulce 12.5.

Tabulka 12.5 Technický potenciál bateriové akumulace energetické komunity

energetická komunita	kapacita baterií kWh
bytový dům	27
malá obec	816
město	2 918
průmyslový areál	651
zemědělské družstvo	559

Za pomoci údajů pocházejících z výše uvedených tabulek je v tabulce 12.6 vypočten celkový technický potenciál pro každou z uvažovaných energetických komunit v celé ČR.

Tabulka 12.6 Technický potenciál bateriové akumulace v ČR

energetická komunita	kapacita baterií MWh
bytový dům	5 914
malá obec	1 149
město	1 401
průmyslový areál	1 516
zemědělské družstvo	275

Největší technický potenciál z analyzovaných komunit spočívá v bytových domech, kde bateriová akumulace činí téměř 6 GWh, zatímco v případě malých obcí, měst i průmyslových areálů se technický potenciál pohybuje mezi 1 až 1,5 GWh pro každou z těchto komunit.

Nejmenší technický potenciál bateriové akumulace je v případě zemědělských družstev, kde činí cca 0,3 GWh.

12.2 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Ekonomický potenciál bateriové akumulace reflektuje celkový technický potenciál zredukovaný na základě návratnosti instalace technologie. Výpočet návratnosti vychází z výpočtů založených na pořizovacích a provozních nákladech akumulace a dále na výši úspor dosažených použitím akumulace, jak bylo uvedeno výše v textu.

- Investiční náklady jsou tvořeny cenou samotné akumulární jednotky.
- Provozní náklady odrážejí velikost kapacity baterie a výši a charakter spotřeby odběrného místa (typu zákazníka).
- Výše dosažených úspor je dána zvýšením podílu využití elektřiny z vlastního FVE nebo VTE zdroje. Jedná se o množství ušetřené elektřiny, která nemusí být odebrána z distribuční sítě, a to se všemi úsporami z toho vyplývajícími, tedy úsporou za silovou elektřinu i regulované platby.
- Úspora za elektřinu, která nemusí být odebrána z distribuční sítě, se liší v případě bytových domů od ostatních analyzovaných energetických komunit, což je dáno odlišnými distribučními sazbami. Bytové domy jsou zařazeny v sazbě D02d, zatímco ostatní v sazbě C02d, z čehož vyplývá předpokládaná výše úspor. Ceny jsou založeny na expertním odhadu cen poté, co se uklidní nynější turbulentní situace ohledně cen na burze.
- Ve výpočtu je zahrnuta průměrná výše dotace ve výši 50 % prokázaných nákladů na akumulaci.
- Z výše uvedených údajů je vypočtena doba návratnosti a z doby návratnosti je odvozen příslušný podíl redukce technického potenciálu na potenciál ekonomický.

Pro případ této studie bylo kalkulováno s jednotkovou cenou akumulace ve výši 25 000 CZK včetně softwarové nadstavby. Ekonomické vyhodnocení a stanovení návratnosti bude vycházet právě z této ceny.

Návratnost je pro každou komunitu vypočítána pro případ optimální výše akumulace, při které dochází k optimální výši úspory dané navýšením využití energie vyrobené ve vlastním zdroji. V případě jiného dimenzování akumulace by výsledky mohly uvádět delší dobu návratnosti a redukovat tak hodnoty ekonomického potenciálu.

Níže uvedené tabulky uvádí základní parametry i vypočtené hodnoty návratnosti a koeficienty pro stanovení ekonomického potenciálu pro každou z analyzovaných variant vývoje:

Tabulka 12.7 Redukce technického potenciálu – Střední varianta

základní parametry výpočtu	bytové domy	obce	města	průmyslový areál	zemědělské družstvo
cena elektřiny ze sítě (CZK/kWh)	6,1	6,3	6,3	4,7	6,3
roční spotřeba (MW)	22	256	1 280	6 000	300
koeficient optimální výše akumulace	1,5	1	1	1	1
možná akumulace (technický potenciál) kWh	27	816	2 918	651	559
optimální výše akumulace (kWh)	33	256	1 280	6 000	300
úspora při optimální výši akumulace (%)	25	20	20	20	20
jednotková pořizovací cena akumulace (CZK/kWh)	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
dotace (%)	50	50	50	50	50
úspora při optimální výši akumulace (MWh)	6	51	256	1 200	60
pořizovací cena optimální akumulace (tisíce CZK)	413	3 200	16 000	75 000	3 750
úspora při optimální výši akumulace (CZK)	33 775	323 628	1 618 140	5 622 860	378 101
návratnost	12	10	10	13	10
využití technického potenciálu (%)	0	33	33	0	0

Tabulka 12.8 Redukce technického potenciálu – Minimální varianta

základní parametry výpočtu	bytové domy	obce	města	průmyslový areál	zemědělské družstvo
cena elektřiny ze sítě (CZK/kWh)	4,9	5,1	5,1	3,4	5,1
roční spotřeba (MW)	22	256	1 280	6 000	300
koeficient optimální výše akumulace	1,5	1	1	1	1
možná akumulace (technický potenciál) kWh	27	816	2 918	651	559
optimální výše akumulace (kWh)	33	256	1 280	6 000	300
úspora při optimální výši akumulace (%)	25	20	20	20	20
jednotková pořizovací cena akumulace (CZK/kWh)	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
dotace (%)	50	50	50	50	50
úspora při optimální výši akumulace (MWh)	6	51	256	1 200	60
pořizovací cena optimální akumulace (tisíce CZK)	413	3 200	16 000	75 000	3 750
úspora při optimální výši akumulace (CZK)	26 900	259 628	1 298 140	4 122 860	303 101
návratnost	15	12	12	18	12
využití technického potenciálu (%)	0	20	20	0	0

Tabulka 12.9 Redukce technického potenciálu – Maximální varianta

základní parametry výpočtu	bytové domy	obce	města	průmyslový areál	zemědělské družstvo
cena elektřiny ze sítě (CZK/kWh)	7,4	7,6	7,6	5,9	7,6
roční spotřeba (MW)	22	256	1 280	6 000	300
koeficient optimální výše akumulace	1,5	1	1	1	1
možná akumulace (technický potenciál) kWh	27	816	2 918	651	559
optimální výše akumulace (kWh)	33	256	1 280	6 000	300
úspora při optimální výši akumulace (%)	25	20	20	20	20
jednotková pořizovací cena akumulace (CZK/kWh)	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
dotace (%)	50	50	50	50	50
úspora při optimální výši akumulace (MWh)	6	51	256	1 200	60
pořizovací cena optimální akumulace (tisíce CZK)	413	3 200	16 000	75 000	3 750
úspora při optimální výši akumulace (CZK)	40 650	387 628	1 938 140	7 122 860	453 101
návratnost	10	8	8	11	8
využití technického potenciálu (%)	0	47	47	0	0

Ekonomický potenciál je pro jednotlivé varianty stanoven na základě sumárního ekonomického potenciálu FVE a VTE zdrojů, jak byly stanoveny v příslušných předchozích kapitolách se zahrnutím vypočtené redukce dle doby návratnosti. Následující tabulka ukazuje souhrnné hodnoty ekonomického potenciálu akumulace pro analyzované tři varianty vývoje:

Tabulka 12.10 Ekonomický potenciál

energetická komunita	střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
	MWh	MWh	MWh
bytový dům	0	0	0
malá obec	379	230	540
město	462	280	658
průmyslový areál	0	0	0
zemědělské družstvo	0	0	0
celkem	841	510	1 198

Z uvedené tabulky je zřejmé, že největší ekonomický potenciál z uvedených komunit spočívá v instalaci bateriových úložišť v obcích a městech. Součtový ekonomický potenciál v případě uvedených komunitních energetik může dle maximální varianty činit až 1,2 GWh.

12.3 SHRNUÍ

Teoretický technický potenciál za všechny analyzované komunity dosahuje součtové hodnoty přes 10 GWh, více než polovinu této hodnoty představuje technický potenciál bytových domů. Vypočítané doby návratnosti jsou však v případě bytových domů příliš dlouhé, proto lze očekávat, že pokud nedojde k zásadnímu snížení ceny baterií, nebude v rámci bytových domů bateriová akumulace příliš využívána. S ohledem na průběh spotřeby a technický potenciál FVE a VTE zdrojů není příliš pravděpodobné uplatnění baterií ani v průmyslových areálech, protože mají spotřebu výrazně vyšší, nežli může být komunitní dodávka z vlastních OZE. Ekonomický potenciál tak bude tvořen zejména v rámci obcí a měst. Součtový ekonomický potenciál v případě uvedených komunitních energetik může dle maximální varianty činit až 1,2 GWh.

Tabulka 12.11 Shrnutí celkového technického a ekonomického potenciálu (MW)

energetická komunita	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
bytový dům	5 914	0	0	0
malá obec	1 149	379	230	540
město	1 401	462	280	658
průmyslový areál	1 516	0	0	0
zemědělské družstvo	275	0	0	0
celkem	10 254	841	510	1 198

13 TECHNOLOGIE P2X

Technologie označované jako power to X (P2X) jsou založeny na principu přeměny elektrické energie na jiné formy energie. Přeměna elektrické energie na teplo je v této studii označována jako power-to-heat (P2H), zatímco v případě přeměny elektrické energie na plynné médium se tento proces označuje jako power-to-gas (P2G). Technologie P2X umožňují zvýšení flexibility energetických systémů a propojení mezi různými energetickými sektory (například elektřina a plyn) a v rámci celku tak vytváří multienergetické systémy.

Zatímco v případě bytových domů, obcí a měst předpokládáme pouze využití P2H (přeměna elektřiny na teplo), v případě zemědělských družstev a průmyslových areálů se nabízí i možnost využití P2G. Pro stanovení technického i ekonomického potenciálu se předpokládá využití přebytků elektrické energie vyrobených v rámci energetických společenství, případně i možnost využití elektřiny z distribuční soustavy v časech s velmi nízkou cenou elektřiny.

13.1 POWER TO HEAT (P2H)

Přebytky elektřiny vyrobené vlastním zdrojem anebo v časech s velmi levnou elektřinou z distribuční sítě je možné v určitých případech výhodně využít pro výrobu tepla. Tento způsob využití elektřiny má smysl v případě možnosti efektivního využití tepla pro vytápění budov, ohřevu TUV či jakékoliv smysluplné akumulaci tepla s možností jeho pozdějšího využití.

VYUŽITÍ PŘEBYTKŮ ELEKTRINY DLE ZPŮSOBU VYUŽITÍ

Podle způsobu využití elektřiny je možné její efektivní využití zejména následujícími způsoby:

- ohřev TUV v bojleru nebo pomocí přímotopné spirály,
- akumulární ohřev topného média v akumulární nádrži pro vytápění a případně také ohřev bazénů,
- využití elektřiny z distribuční sítě v časech, kdy je velmi levná elektřina.

Tepelná čerpadla zde nejsou zahrnuta, neboť se jejich využitím zabývá jedna z předchozích kapitol.

Pro upotřebení elektřiny vyrobené v komunitních obnovitelných zdrojích mohou být využita stejná zařízení jako v případě využití případně levné elektřiny z distribuční sítě. Proto bude technický potenciál výše uvedených technologií vyhodnocen společně.

Technický i ekonomický potenciál s využitím levné elektřiny z distribuční soustavy vychází ze situace, kdy na denním trhu s elektřinou nastávají extrémní situace s nízkými a někdy dokonce i zápornými cenami elektřiny. Například využití spotových cen by mělo být umožněno po realizaci osazení odběrných míst se spotřebou nad 6 MWh průběhovými měřiči, což musí být realizováno od 1. 7. 2027. Při nízkých cenách na spotovém trhu tak může být výhodnější využít elektřinu z distribuční soustavy pro akumulaci než využít například dodávek zemního plynu.

13.1.1 Technický potenciál P2H

Přebytky z obnovitelných zdrojů energie mohou být značné. Nejvyšší teoretický výkon P2H je odvozen od přepočtu spotřeby energií dané komunity na potřebný výkon elektrického zdroje³¹. Jedná se o orientační výpočet. V uvažované tepelné energii je zde zahrnuta kromě spotřeby energií na vytápění rovněž spotřeba na ohřev TUV a spotřeba technologií. S ohledem na zajištění dostatečné výkonové rezervy je orientační výkon instalovaného tepelného zdroje navýšen o 50 %.

Níže uvedená tabulka ukazuje pro jednotlivé energetické komunity přibližný instalovaný výkon technologie pro ohřev TUV, topení a v případě zemědělských družstev a průmyslových areálů i pro zajištění tepla pro technologie výroby.

Tabulka 13.1 Instalovaný výkon zdroje pro krytí spotřeby TUV, tepla a technologií

energetická komunita	$P_{inst(t)}$ kWt
bytový dům	65
malá obec	500
město	2 500
průmyslový areál	2 900
zemědělské družstvo	450

S ohledem na možnosti akumulace, které se mohou pohybovat mezi 12 až 24 hodinami, je pro využití přebytků elektrické energie možno uvažovat maximální instalovaný výkon technologií P2H ve výši odpovídající dvojnásobku instalovaného výkonu zdroje tepla pro zajištění ohřevu TUV, topení, případně tepla pro technologie. I přes tuto poměrně značnou výkonovou rezervu je možné, že v případě průmyslových areálů může být v určitém okamžiku potřebný výkon i výrazně větší. Avšak v případě výrazně většího předdimenzování instalovaného výkonu technologií by jejich využití bylo minimální a tedy nerentabilní.

Takto stanovený výkon je možné považovat za maximální teoretický výkon P2H. Výsledný výkon P2H však může být snížen s ohledem na velikost výkonu FVE a VTE a dále také s ohledem na předpokládaný maximální příkon hlavního jističe. Důvodem jsou náklady související s platbou za jistič anebo za rezervovanou kapacitu, neboť ani v časech levné elektřiny nepředpokládáme odběr z distribuční sítě větší, nežli je dimenzování přívodního vedení.

³¹ TZB-info.cz. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnaní-nakladu-na-vytapaní-teplou-vodu-a-elektrickou-energií-tzb-info>

Tabulka 13.2 Předpokládaný dostupný výkon pro využití levné elektřiny z distribuční sítě dle analýzy TDD

energetická komunita	$P_{\text{jističe}}$ kW
bytový dům	7
malá obec	100
město	500
průmyslový areál	1 500
zemědělské družstvo	75

Následující tabulka uvádí přehled dostupných výkonů a výsledný uvažovaný výkon technologií P2H pro každou typickou komunitu:

Tabulka 13.3 Dostupné výkony a výsledný výkon P2H – typická komunita

energetická komunita	MAX výkon sector coupling kW	$P_{\text{inst FVE}}$ kW	$P_{\text{inst VTE}}$ kW	$P_{\text{jističe}}$ kW	výsledný výkon P2H kW
bytový dům	195	18	0	7	7
malá obec	1 500	483	333	100	100
město	7 500	2 414	504	500	500
průmyslový areál	8 700	651	0	1 500	651
zemědělské družstvo	1 350	559	0	75	75

Výsledný technický potenciál je ve výpočtu omezen menší hodnotou z dostupného výkonu FVE a VTE a využitelného výkonu při odběru elektřiny z distribuční soustavy v časech s velmi levnou elektřinou. Navyšování instalovaného výkonu nad tuto hodnotu by s ohledem na snižující se využití nedávalo smysl ani v případě, že budou časy levnější elektřiny korelovat s časem vysoké výroby z komunitních OZE.

Tabulka 13.4 Technický potenciál P2H energetické komunity

energetická komunita	technický potenciál kW
bytový dům	7
malá obec	100
město	500
průmyslový areál	651
zemědělské družstvo	75

Na základě výše uvedené tabulky a podrobných údajů o uvažovaných energetických komunitách je v následující tabulce uveden výsledný součtový technický potenciál technologií P2H:

Tabulka 13.5 Celkový technický potenciál P2H v ČR

energetická komunita	technický potenciál
	MW
bytový dům	1 533
malá obec	141
město	240
průmyslový areál	1 516
zemědělské družstvo	37
celkem	3 467

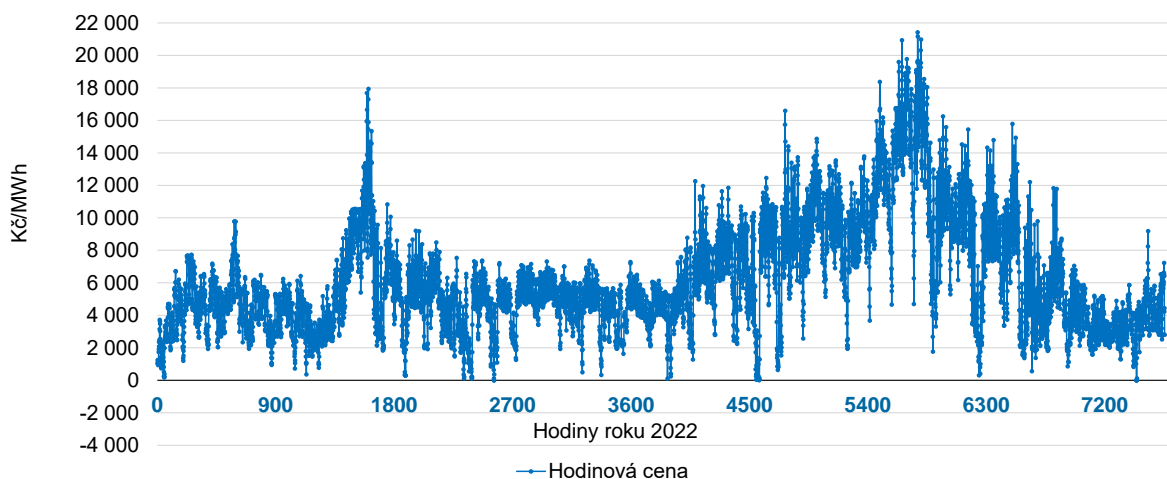
VYUŽITÍ INSTALOVANÉHO VÝKONU TECHNOLOGIÍ P2H

Pro stanovení ekonomického potenciálu a případně také objemu energie, která může být v rámci uplatnění technologií P2H využita, je nutné orientačně stanovit využití uvedených instalovaných výkonů.

Výsledné využití celého instalovaného výkonu technologií P2H bude závislé na poměru velikosti instalovaného výkonu technologie P2H a instalovaného výkonu FVE a VTE. Dále také na dostupnosti případné levné elektřiny z distribuční soustavy. Využití levné elektřiny z distribuční sítě může vést k využití P2H i v případech, kdy daná energetická komunita nemá prostor pro výstavbu dostatečně velkých fotovoltaických a větrných zdrojů.

V budoucnu mohou být ceny spotové elektřiny v důsledku masivní výstavby FVE a VTE zdrojů natolik nízké, že v určitých hodinách roku bude výhodnější na účely vytápění, ohřevu TUV a případně i napájení určitých technologií využít elektřinu, oproti plynovým zdrojům. Může k tomu přispět i nově vzniklá situace s cenami plynu s ohledem na vyšší zastoupení LNG a případným oddělením cenotvorby elektřiny na burze od cen plynu.

Obrázek 13.1 Spotové ceny elektřiny na burze v roce 2022



Jak bylo uvedeno výše, jsou možnosti odběru levné elektřiny z distribuční soustavy limitované dimenzováním připojením odběrného místa. Využití levné elektřiny z distribuční sítě tak bude

omezené v časech vysokého odběru odběrného místa. V rámci výpočtu se předpokládá maximální hodnota využití levné elektřiny z distribuční sítě ve výši 1 500 hodin ročně.

V případě fotovoltaik se vychází z předpokladu, že v zimních měsících (říjnu až listopadu), což představuje cca 3 000 hodin, bude výroba FVE značně limitovaná. Vyrobená elektřina bude přednostně upotřebena pro krytí spotřeby elektrické energie dané energetické komunity. V dalších měsících pak bude v části denních hodin možné využít přebytky energie v technologiích P2H. V teplejších měsících roku, březen až září, je uvažováno cca 3 000 hodin denního svitu. Avšak pouze u menší části těchto hodin dosahuje výroba z FVE hodnot dostatečně vysokých pro vznik přebytků elektrické energie po přednostně uplatněném objemu, na krytí spotřeby elektřiny dané komunity. Celkově se odhaduje, že by využití fotovoltaik pro potřeby P2H mohlo být okolo 1 000 hodin ročně.

Využití VTE pro uplatnění P2H vycházejí z předpokladu cca dvojnásobné výroby elektřiny na jednotku instalovaného výkonu oproti fotovoltaickým zdrojům. Současně je možné předpokládat, že využití plného instalovaného výkonu P2H napájeného levnější energií z distribuční sítě by částečně korelovalo s výrobou FVE a VTE. Přednostně by však byla využita elektřina z komunitních zdrojů.

Horní hranice využití plného výkonu P2H je tedy uvažována s využitím FVE, VTE i levné elektřiny z distribuční sítě je odhadnuta ve výši 1 500 hodin.

13.1.2 Ekonomický potenciál P2H

Stanovení ekonomického potenciálu vychází z návratnosti investice do P2H dané pořizovacími náklady na tuto technologii a výrobními náklady na elektřinu v případě FVE či VTE zdroje oproti přímému ohřevu zemním plynem. Výpočet ekonomického potenciálu vychází z výše uvedené hodnoty 1 500 hodin plného ročního využití technologií P2H.

Požizovací cena technologie

Při výpočtu doby návratnosti se vychází z pořizovací ceny technologie. Určité menší množství dostupné elektřiny by bylo možné využít prostřednictvím topné spirály s využitím stávajících akumulčních nádob například bojlerů. Využití vysokých hodnot dostupného výkonu však předpokládá společně s dostatečným dimenzováním technologií P2H rovněž pořízení akumulčních nádob.

Jednotkové pořizovací ceny pro všechny řešené technologie vychází z pořizovací ceny elektrické topné spirály a odpovídající velikosti akumulční nádoby, to vše vztaženo na 1 kW výkonu. Jednotková pořizovací cena je uvažována ve výši 3 500 CZK/kW.

Doba návratnosti

Ekonomický potenciál je vypočten na základě redukce technického potenciálu P2H dle doby návratnosti pro každou z analyzovaných komunit a každou z uvažovaných rozvojových variant. Doba návratnosti závisí na výši úspory, dané rozdílem nákladů na ohřev média v akumulční nádobě při využití elektřiny z vlastního zdroje vůči nákladům na ohřev s využitím

zemního plynu. Jak již bylo dříve zmíněno, pro technologie P2H je možné využívat primárně přebytky elektřiny z vlastních obnovitelných zdrojů. Pro zjednodušení je v případě výpočtu ekonomického potenciálu uvažováno s náklady na elektřinu vyrobenou ve vlastním zdroji ve výši 1,70 CZK/kWh pro bytové domy, pro ostatní analyzované komunity je uvažováno s výrobní cenou elektřiny ve výši 1,20 CZK/kWh. Výše uvedené ceny jsou nákladové s uvážením dotace na FVE nebo VTE zdroj. Stejně hodnoty ceny elektřiny jsou předpokládány i v případě elektřiny odebrané z distribuční sítě v časech s nízkou či zápornou cenou, neboť je zde nutné uvažovat distribuční poplatky a případně také poplatky za OZE. Výše předpokládané úspory se liší v závislosti na cenách zemního plynu. Dotace na pořízení technologie P2H nejsou uvažovány. Na základě výše uvedených předpokladů je pro každou z jednotlivých variant rozvoje stanovena doba návratnosti a míra redukce technického potenciálu.

Tabulka 13.6 Doba návratnosti – Střední varianta

základní parametry výpočtu	bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
elektřina z vlastního OZE zdroje (Kč/kWh)	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2
plyn cena komodity (Kč/kWh)	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8
instalovaný výkon SC (kW)	7	100	500	651	75
pořizovací cena technologie (Kč/kW)	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
doba životnosti (roky)	20	20	20	20	20
roční využití technologie SC (hodiny)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
návratnost	-	4,1	4,2	4,4	4,2
využití technického potenciálu (%)	0	67	67	0	29

Tabulka 13.7 Doba návratnosti – Minimální varianta

základní parametry výpočtu	bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
elektřina z vlastního OZE zdroje (Kč/kWh)	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2
plyn cena komodity (Kč/kWh)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
instalovaný výkon SC (kW)	7	100	500	651	75
pořizovací cena technologie (Kč/kW)	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
doba životnosti (roky)	20	20	20	20	20
roční využití technologie SC (hodiny)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
návratnost	-	-	-	-	-
využití technického potenciálu (%)	0	0	0	0	0

Tabulka 13.8 Doba návratnosti – Maximální varianta

základní parametry výpočtu	bytový dům	malá obec	město	průmyslový areál	zemědělské družstvo
elektrina z vlastního OZE zdroje (Kč/kWh)	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2
plyn cena komodity (Kč/kWh)	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3
instalovaný výkon SC (kW)	7	100	500	651	75
pořizovací cena technologie (Kč/kW)	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500
doba životnosti (roky)	20	20	20	20	20
roční využití technologie SC (hodiny)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
návratnost	4,5	2,2	2,2	2,3	2,2
využití technického potenciálu (%)	50	80	80	40	57

Ekonomický potenciál je pro jednotlivé varianty stanoven na základě vypočtené redukce technického potenciálu dle doby návratnosti. Následující tabulka ukazuje souhrnné hodnoty ekonomického potenciálu P2H pro analyzované tři varianty vývoje:

Tabulka 13.9 Ekonomický potenciál P2H

energetická komunita	střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
	MW	MW	MW
bytový dům	0	0	767
malá obec	94	0	113
město	160	0	192
průmyslový areál	0	0	606
zemědělské družstvo	11	0	21
celkem	264	0	1 699

13.2 POWER TO GAS (P2G)

Zatímco technologie P2H umožňují spíše využití krátkodobé akumulace v rozsahu přibližně 12 až 24 hodin, naopak technologie P2G bude v budoucnu využívána spíše jako sezónní akumulace. V rámci definovaných typických energetických komunit je využití technologie P2G uvažováno pouze v případě zemědělských družstev a průmyslových areálů. S ohledem na vyšší náročnost konverze přebytků elektrické energie na syntetický metan, jehož použití se předpokládá spíše v energetice, je v rámci této analýzy uvažováno využití konverze přebytečné elektrické energie prostřednictvím elektrolyzátoru na vodík. Zpětná konverze vodíku na elektrinu je uvažována s využitím palivového článku, kdy může být využito i uvolněné teplo. Tento způsob konverze elektrické energie na vodík je označován jako P2H2.

Při stanovení technického potenciálu bude v časech s dostupnými přebytky elektřiny z FVE a VTE k výrobě vodíku uvažováno využití elektrolyzátoru s polymerní elektrolytovou membránou (PEM), který může pracovat ve velkém rozsahu výkonů a má schopnost rychlého náběhu. Vyroběný vodík bude skladován ve skladovací nádobě, jejíž velikost bude optimalizována na takovou velikost, aby bylo možné maximální využití uskladněného vodíku pro výrobu elektrické energie během roku v hodinách, kdy nedostačuje výroba FVE a VTE k pokrytí spotřeby elektrické energie. V případě, že je k dispozici dostatečný výkon FVE a VTE, měla by být skladovací nádoba dimenzována tak, aby na začátku roku bylo ve skladovací nádobě přibližně

stejné množství elektřiny, zatímco by nádoba neměla být zcela prázdná ani v případě minimálního stavu. Zpětná výroba elektrické energie z uskladněného vodíku bude zajištěna palivovým článkem s polymerní iontoměničovou membránou (PEMFC).

13.2.1 Technický potenciál P2G

Při stanovení technického potenciálu P2G se vychází z diagramu spotřeby elektřiny a diagramu dodávky elektřiny z komunitní FVE a VTE.

S ohledem na efektivní využití uskladněného vodíku se i v případě vysoké výroby z obnovitelných zdrojů jeví jako přiměřené omezení horní hranice výkonu elektrolyzátoru. Omezit by se měl takovým způsobem, který by v ideálním případě byl schopen zajistit uskladnění dostatečného množství energie na celoroční krytí zbytkového diagramu spotřeby elektřiny, po maximálním možném uplatnění FVE i FVE včetně bateriové akumulace.

Protože se při zpětné výrobě elektřiny uvolňuje z cca 45 % teplo z energie využitého vodíku, je výhodné toto teplo použít pro ohřev teplé užitkové vody, vytápění a případně pro některé technologické procesy.

Dále může být v praxi výkon limitován – například instalovaným výkonem FVE a VTE, což se však v praxi bude lišit případ od případu. Pro podrobnější analýzu by v každém daném případě bylo nutné znát průběhy spotřeby elektřiny i spotřeby energií na vytápění, na ohřev TUV a pro technologické procesy. Při stanovení technického potenciálu zemědělských družstev a průmyslových areálů vyjdeme z následujících dat:

Tabulka 13.10 Výchozí údaje pro stanovení technického potenciálu P2G

energetická komunita	spotřeba elektřiny	P_{inst} FVE	P_{inst} VTE	bateriová akumulace
	GWh	kW	kW	kWh
průmyslový areál	6	651	0	651
zemědělské družstvo	0,3	559	0	559

STANOVENÍ TECHNICKÉHO POTENCIÁLU

- Na základě diagramu spotřeby pro příklad zemědělského družstva a průmyslového areálu³² bude vytvořen průběh spotřeby elektřiny a na základě instalovaných výkonů FVE a VTE pak předpokládaný průběh dodávky elektřiny z těchto zdrojů.
- Pro lepší využití dodávek FVE a VTE bude uvažováno využití bateriové akumulace dle kapitoly 12, která je levnější nežli technologie P2G a dosahuje výrazně větší účinnosti.
- V hodinách roku, kdy po pokrytí požadavků na spotřebu elektřiny z FVE a VTE dochází k přebytkům elektřiny z vlastních OZE, je tato elektřina převedena na vodík.

³² Databáze EGÚ Brno

- Na základě výroby FVE a VTE o předpokládaných výkonech určených v předešlých kapitolách a odpovídajícího množství bateriové akumulace bude zjištěno takové množství elektrické energie, které je možné efektivně uskladnit ve formě uloženého vodíku. Uskladněný vodík bude využit na pokrytí spotřeby elektřiny v takových okamžicích, kdy výroba z fotovoltaických a větrných zdrojů nedokáže ani s bateriovou akumulací pokrýt požadovanou spotřebu elektrické energie. Instalovaný výkon elektrolyzáru bude vypočten a optimalizován tak, aby byl schopen vyrobit potřebné množství vodíku při optimalizované velikosti skladovací nádrže na vodík.
- Celkové množství vyrobeného vodíku bude v ideálním případě odpovídat celkovému množství spotřeby, která není krytá dodávkou z OZE ani po využití bateriové akumulace. Při výše uvedených účinnostech bude na každých 1 000 kWh využitých na krytí spotřeby nutné použít cca 2 670 kWh energie z přebytků z FVE a VTE. Pro přesnější výpočet je třeba uvažovat různou účinnost elektrolyzáru v závislosti na výši výkonu dostupné elektrické energie. V optimálním případě by měl být elektrolyzáru spuštěn až v okamžicích, kdy dostupný výkon činí alespoň 20 % instalovaného výkonu elektrolyzáru. Toto omezení společně s nedostatečným množstvím dostupné elektrické energie může vést k případu, kdy nebude v průběhu roku vyrobeno dostatečné množství vodíku pro pokrývání spotřeby z vlastních zdrojů.

Záměrem je dosáhnout maximálního možného pokrytí spotřeby takovým způsobem, aby v ideálním případě nemusela být použita pro krytí spotřeby elektřina z distribuční sítě.

VÝKON ELEKTROLYZÉRU

Výkon elektrolyzáru bude optimalizován s ohledem na respektování minimálního vhodného výkonu ve výši 20 % z instalovaného výkonu, který je vhodný pro dosažení výhodné účinnosti.

VELIKOST SKLADOVACÍ NÁDOBY

Dále je cílem stanovit odpovídající nádobu na skladování vodíku, ze které by v průběhu roku byly pokrývány požadavky na výrobu elektřiny z palivového článku. V případě, že je dostatek elektřiny pro výrobu vodíku, by bylo nejvhodnější, aby množství vodíku v nádobě na konci roku bylo mírně větší nežli na začátku roku, což by zajistilo přibližně vyrovnanou roční bilanci výroby a spotřeby vodíku. Je-li k dispozici dostatek energie z OZE, je tímto způsobem zajištěno celoroční krytí spotřeby z vlastních obnovitelných zdrojů. Samozřejmě ne vždy bude možné tohoto dosáhnout. V praxi by při zpětné konverzi vodíku na elektřinu s ohledem na účinnost nebyl palivový článek pro zpětnou konverzi spouštěn při malých hodinových výkonech ve vztahu k instalovanému výkonu palivového článku.

VÝKON PALIVOVÉHO ČLÁNKU

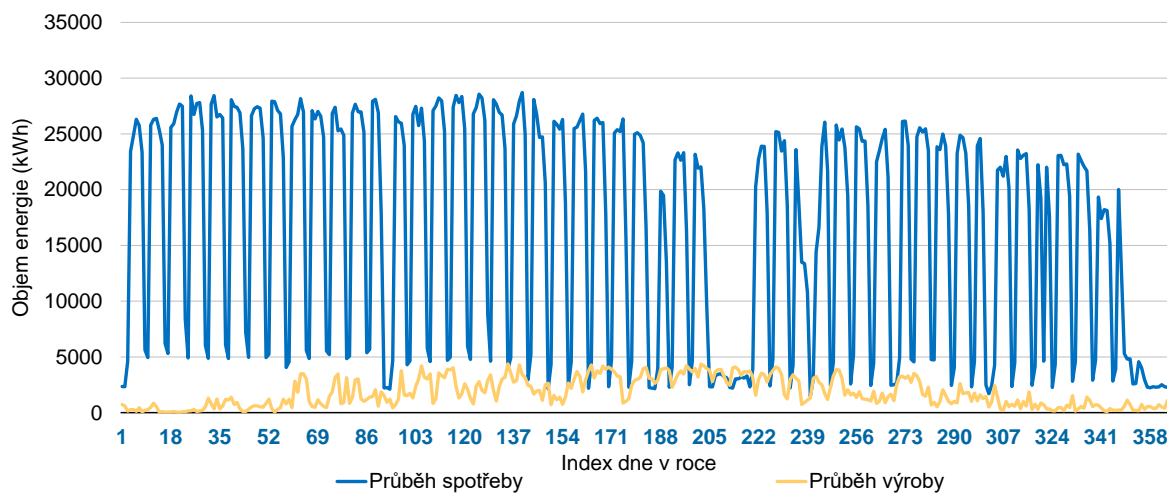
Palivový článek pro zpětnou konverzi vodíku na elektřinu má nejvyšší účinnost v rozmezí 5 až 30 % instalovaného výkonu, instalovaný výkon palivového článku tedy bude zvolen přibližně ve výši dvojnásobku maximálního požadovaného výkonu při dodávce elektřiny. Při zpětné

konverzi z vodíku na elektřinu nebudeme brát v úvahu limitaci minimální hodnotou výkonu palivového článku.

TECHNICKÝ POTENCIÁL PRŮMYSLOVÉHO AREÁLU

Na základě výše uvedeného postupu je vypočten technický potenciál příklady typického průmyslového areálu.

Obrázek 13.2 Spotřeba elektřiny a dodávka z FVE průmyslového areálu

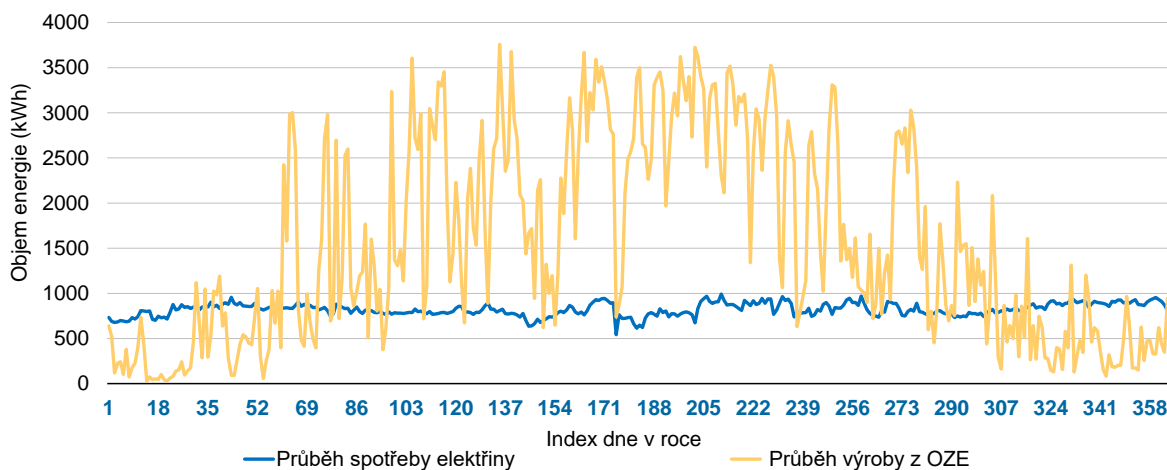


Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že v případě průmyslového areálu je spotřeba elektřiny tak vysoká, že dojde k uplatnění téměř veškeré elektřiny z FVE a VTE. Z tohoto důvodu v tomto případě nenachází technologie P2G praktické využití.

TECHNICKÝ POTENCIÁL ZEMĚDĚLSKÉHO DRUŽSTVA

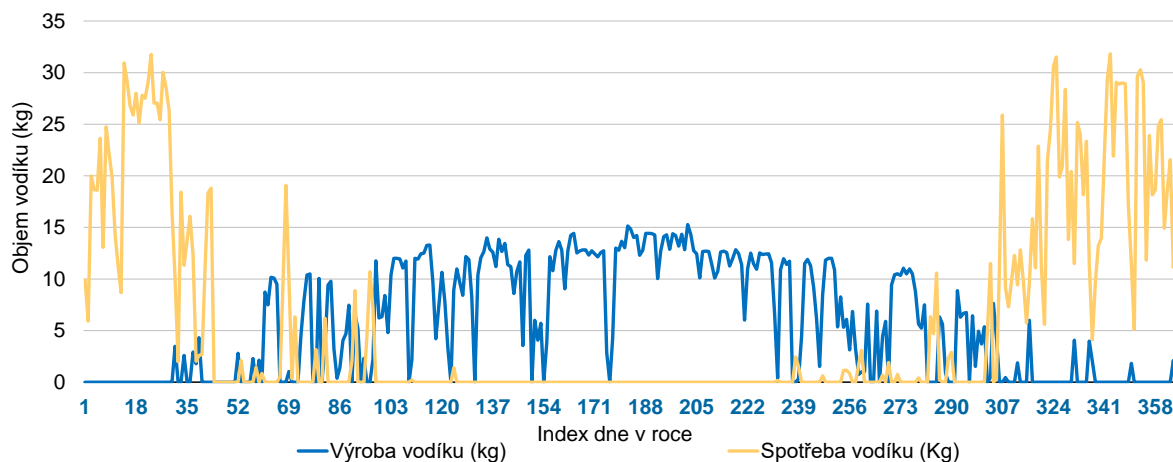
Následující obrázek ukazuje průběh spotřeby zemědělského družstva a průběh dodávek FVE:

Obrázek 13.3 Spotřeba elektřiny a dodávka z OZE u zemědělského družstva



Z výše uvedeného obrázku je zřejmé, že v případě zemědělských areálů zůstává alespoň teoretický prostor pro uplatnění technologie P2G. Následující obrázek pak ukazuje možnosti výroby vodíku a jeho zpětného uplatnění na výrobu elektřiny při optimální velikosti elektrolyzátoru, palivového článku i skladovací tlakové nádoby na vodík.

Obrázek 13.4 Výroba a spotřeba vodíku zemědělského družstva



Z obrázku je zřejmé, že při optimálním nastavení výše uvedených parametrů technologie využití výroby vodíku je pouze mírný přebytek výroby vodíku vůči jeho spotřebě. K výrobě vodíku dochází především v teplejších měsících roku, zatímco k jeho zpětnému využití na výrobu elektřiny dochází především v zimních měsících. Z vodíku je pokrývána spotřeba zemědělského družstva přibližně z jedné třetiny.

Níže uvedená tabulka ukazuje základní parametry P2G v případě zemědělského družstva, které využívá výrobu z FVE, avšak nevyužívá elektřinu z VTE.

Tabulka 13.11 Základní parametry zemědělského družstva využívajícího VTE a P2G

zemědělské družstvo P2H2	parametry
celkem vyrobený vodík na krytí spotřeby	102 793 kWh
celkem vyrobený vodík na krytí spotřeby	2 056 kg
instalovaný výkon elektrolyzátoru	100 kW
instalovaný výkon palivového článku	110 kW
objem tlakové nádoby na vodík 50 bar	200 m ³

Technický potenciál instalovaného výkonu elektrolyzátoru P2G v případě, že zemědělské družstvo nemá VTE, činí cca 100 kW.

Celkový technický potenciál všech zemědělských družstev v České republice pro využití technologie P2G cca 49 MW. Níže uvedená tabulka shrnuje přehledně technický potenciál analyzovaných energetických komunit.

Tabulka 13.12 Přehled technického potenciálu P2G

energetická komunita	technický potenciál
	MW
bytový dům	0
malá obec	0
město	0
průmyslový areál	0
zemědělské družstvo	49

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že se analyzované energetické komunity nejeví pro uplatnění technologie P2G příliš perspektivně. Instalace technologií P2G se bude více využívat patrně v případě jiných subjektů průmyslu a energetiky.

13.2.2 Ekonomický potenciál

Ekonomický potenciál bude stanoven na základě návratnosti P2G a je vypočten pouze pro zemědělská družstva, neboť jak je uvedeno v předcházející podkapitole, využití technologie P2G není pro sektor bytových domů, obcí a měst příliš pravděpodobný a spotřeba průmyslových areálů je natolik vysoká, že je zde předpoklad využití veškeré vyrobené elektřiny buď přímo ze zdroje anebo s využitím bateriové akumulace.

Doba návratnosti bude vypočtena na základě pořizovacích nákladů technologie P2G, provozních nákladů a účinnosti přeměny elektřiny na vodík a z vodíku opět na elektřinu. Vzhledem k tomu, že převážná většina vodíku bude využita v zimním období, bude v ekonomickém výpočtu uvažováno, že 50 % tepla vzniklého zpětnou konverzí bude smysluplně využito v rámci potřeb družstva.

- Uvažovaný PEM elektrolyzátor dosahuje při přeměně elektrické energie na vodík účinnosti 75 % a cena tohoto typu elektrolyzátoru včetně nákladů na instalaci činí přibližně 37 500 CZK/kW.
- Nízkotlaká nádoba s přetlakem 50 barů o požadovaném objemu 200 m³ stojí přibližně 4 mil. CZK.
- Palivový článek pro zpětnou konverzi vodíku na elektřinu dosahuje účinnosti okolo 50 %. Cena uvažovaného PEM palivového článku se v současné době pohybuje okolo 40 000 CZK/kW při životnosti 7-28 let v závislosti na způsobu využití. Rovněž u těchto komponentů předpokládáme životnost 20 let.
- Provozní náklady činí cca 4 % ročně z celkové pořizovací ceny zařízení. Niže uvedená tabulka ukazuje základní parametry technologií dimenzovaných na potřeby zemědělského družstva.

Při výpočtu návratnosti bude pro všechny tři vývojové varianty rozvoje zohledněna úspora daná využitím elektřiny z vlastního FVE a VTE zdroje oproti elektřině nakoupené z distribuční sítě a dále úspora daná využitím tepla uvolněného při zpětné výrobě elektřiny. S ohledem na to, že výroba elektřiny z vodíku bude probíhat zejména v chladnějším období roku, je možné

toto uvolněné teplo použít pro ohřev TUV a vytápění případně pro některé technologické procesy. Teplo se při výrobě elektřiny z vodíku uvolňuje z cca 45 % energetické hodnoty vodíku, avšak s ohledem na určité ztráty budeme při stanovení doby návratnosti vycházet z předpokladu, že se polovinu vzniklého tepla z vodíku využitého pro výrobu elektřiny podaří efektivně využít. Úspora vzniklá využitím odpadního tepla bude vypočtena na základě cen zemního plynu. Vzhledem k tomu, že technologie P2G je prozatím v ranné fázi rozvoje a komerčních instalací je minimum, je při výpočtu doby návratnosti uvažována dotace ve výši 50 % pořizovacích nákladů.

Tabulka 13.13 Doba návratnosti technologie P2G

návratnost a využití technického potenciálu	střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
elektřina cena komodity (Kč/kWh)	6,14	5,10	7,60
plyn cena komodity (Kč/kWh)	1,72	1,13	2,26
vyrobený vodík (kg)	2 056	2 056	2 056
vyrobený vodík (kWh)	102 793	102 793	102 793
elektřina z vyrobeného vodíku (kWh)	51 397	51 397	51 397
využití odpadního tepla (%)	50	50	50
využitě teplo z vodíku pro výrobu elektřiny (kWh)	25 698	25 698	25 698
dotace (%)	50	50	50
pořizovací cena elektrolyzéry 100 kW (Kč)	3 750 000	3 750 000	3 750 000
pořizovací cena palivového článku 110 kW (Kč)	4 400 000	4 400 000	4 400 000
pořizovací cena tlakové nádoby 200m ³ (Kč)	4 000 000	4 000 000	4 000 000
provozní náklady 4 % z pořizovací ceny (Kč/rok)	486 000	486 000	486 000
doba životnosti (roky)	20	20	20
náklady na elektřinu z DS	315 621	262 122	390 613
úspora za zemní plyn vlivem užitého tepla	44 099	29 039	58 078
úspora za elektřinu z DS a plyn	359 720	291 161	448 691
celkové náklady za dobu životnosti	15 795 000	15 795 000	15 795 000
celková úspora za dobu životnosti	7 194 402	5 823 223	8 973 829
návratnost	-	-	-
využití technického potenciálu (%)	0	0	0

Je vidět, že celková roční úspora nedosahuje ani výše provozních nákladů, investice do zařízení se za dobu jeho životnosti nevrátí ani v případě 50% dotace. Ekonomický potenciál technologie P2G analyzovaných komunitních energetik se z čistě komerčního pohledu prozatím jeví jako nulový, což neznamená, že nebudou v dohledné době vznikat například pilotní projekty.

13.3 SHRNUTÍ

TECHNICKÝ POTENCIÁL P2X

Z analyzovaných komunit mají v rámci P2H největší technický potenciál bytové domy a průmyslové areály, pro které se pohybuje hodnota potenciálu v obou případech okolo 1500 MW. Výrazně menší technický potenciál pak mají města s hodnotou 240 MW a obce 140 MW. Malý technický potenciál lze očekávat v případě zemědělských družstev 37 MW.

V uvedených hodnotách není zahrnut technický potenciál tepelných čerpadel, kterým se věnuje samostatná kapitola.

Výrazně menší je v případě analyzovaných komunit technický potenciál P2G. Typický průmyslový areál má natolik vysokou spotřebu elektřiny, že technologii P2G nevyužije. Určitá možnost využití P2G zůstává v případě zemědělských družstev, kde je předpokládaný technický potenciál ve výši cca 49 MW. Instalace technologií P2G se bude patrně více využívat v případě jiných subjektů, zejména v energetice. Následující tabulka ukazuje shrnutí technického potenciálu P2X:

Tabulka 13.14 Technický potenciál P2X (MW)

energetická komunita	technický potenciál P2H	technický potenciál P2G	technický potenciál P2X celkem
bytový dům	1 533	0	1 533
malá obec	141	0	141
město	240	0	240
průmyslový areál	1 516	0	1 516
zemědělské družstvo	37	49	86
celkem	3 467	49	3 516

EKONOMICKÝ POTENCIÁL P2X

Ekonomický potenciál P2X je tvořen výhradně ekonomickým potenciálem P2H, ekonomický potenciál P2G je nulový.

V případě P2H má na výsledné hodnoty ekonomického potenciálu zásadní vliv cena plynu vůči nákladům na elektřinu z vlastních obnovitelných zdrojů. Z tohoto důvodu je v Minimální variantě ekonomický potenciál nulový, protože plyn je příliš levný a investice do technologie P2H se nevyplatí. Zcela jinak je tomu u Maximální varianty, ve které je plyn výrazně dražší. Ekonomický potenciál tak v této Maximální variantě představuje téměř 1700 MW a je z největší čísti tvořen ekonomickým potenciálem bytových domů a průmyslových areálů. Ekonomický potenciál Střední varianty je s ohledem na poměrně nízké ceny plynu poměrně malý, konkrétně 264 MW. V uvedených hodnotách není zahrnut ekonomický potenciál tepelných čerpadel, který je řešen v samostatné kapitole.

Z hlediska technologie P2G dává z analyzovaných komunit alespoň teoretický smysl využití P2G u zemědělských družstev, protože průmyslové areály mají natolik vysokou spotřebu, že je možné předpokládat kompletní využití elektřiny z vlastních obnovitelných zdrojů na krytí vlastní spotřeby elektřiny. U bytových domů, i obcí a měst se prozatím využití technologie P2G nepředpokládá. Z těchto důvodů se při současných vysokých investičních i provozních nákladech jeví ekonomický potenciál analyzovaných komunit nulový. Shrnutí technického potenciálu P2X ukazuje následující tabulka:

Tabulka 13.15 Ekonomický potenciál P2X (MW)

energetická komunita	ekonomický potenciál P2X		
	střední varianta	minimální varianta	maximální varianta
ekonomický potenciál P2H			
bytový dům	0	0	767
malá obec	94	0	113
město	160	0	192
průmyslový areál	0	0	606
zemědělské družstvo	11	0	21
ekonomický potenciál P2G	0	0	0
celkem	265	0	1 699

14 DODATEČNÝ POTENCIÁL

Dle zadání je důraz provedených analýz kladen na potenciál pěti hlavních typů energetických komunit (bytový dům, malá obec, město, průmyslový areál a zemědělské družstvo). To prakticky znamená, že není pokryto kompletní spektrum potenciálních energetických komunit, což může být mírně limitující v kontextu tvorby strategických dokumentů, kdy je žádoucí mít představu o hodnotách potenciálu vztažených na celou populaci. Řešené energetické komunity byly zvoleny s ohledem na pokrytí pravděpodobně nejrozšířenějších typů v budoucnu – vyjma bytových domů se intenzivně diskutuje zejména komunitní energetika na úrovni obcí a měst.

Právě města a malé obce si zaslouží bližší pozornost, protože analýzy potenciálu se týkaly pouze městských, respektive obecních objektů. To znamená, že energetická komunita v sobě nezahrnuje jiné, zejména soukromé objekty. Potenciál bytových domů, které jsou součástí měst, je řešen zvlášť. Na druhou stranu část spotřeby podnikatelského malooběru (zejména ve městech) nebo malooběru obyvatelstva (rodinné domy) může být také součástí energetických komunit. Následující řádky proto expertním odhadem navyšují původní hodnoty potenciálů měst a obcí, které byly dosud řešeny pouze pro městské a obecní objekty a uvedeny v předešlých kapitolách. Pro rekapitulaci:

- Spotřeba elektřiny v komunálních objektech v typické obci vychází z předpokladu měrné spotřeby ve výši 4 MWh/150 m², což při celkové podlahové ploše všech obecních objektů ve výši 9 600 m² představuje sumární roční spotřebu 256 MWh.
- Spotřeba elektřiny v komunálních objektech v typickém městě vychází z předpokladu měrné spotřeby ve výši 4 MWh/150 m², což při celkové podlahové ploše všech městských objektů ve výši 48 000 m² činí sumární roční spotřebu 1 280 MWh.

Navýšení počtu objektů v rámci energetických komunit znamená větší spotřebu elektřiny a zemního plynu, ale současně také větší možnosti pro instalaci fotovoltaiky či jiných aktivit vhodných pro řízení toků elektřiny. Změnu spotřeby elektřiny a její rozšíření o konkrétní objekty ilustruje následující tabulka. Je potřeba zdůraznit, že tabulka neuvádí kompletní spotřebu v rámci katastrálních oblastí měst a obcí. Ve výpočtu byla eliminována spotřeba subjektů nevhodných pro komunitní energetiku. Kdyby tomu tak nebylo, pak by maximálním potenciálem komunitní energetiky mohla být prostá suma za MOO, MOP a případně část VO.

Tabulka 14.1 Rozšířená spotřeba elektřiny energetických komunit měst a obcí (MWh)

	malá obec	město
původní spotřeba elektřiny	256	1 280
domov pro seniory	-	270
hotel	-	900
plavecký bazén	-	870
ostatní část MOP	500	2 500
ostatní část MOO	600	1 400
celková spotřeba	1 356	7 220

Je však potřeba dodat, že každé město či obec jsou specifické, pokud jde o množství objektů situovaných v rámci jejich katastrálních území. Přestože výše uvedená tabulka uvažuje se zapojením části populace v rámci obyvatel či podnikatelů, rozšiřování takových energetických komunit do takového rozsahu není příliš pravděpodobné z následujících důvodů:

- Legislativou bude pravděpodobně velmi omezen výkon fotovoltaiky dodávající do energetických společností.
- Firmy mohou optimalizací výkonu fotovoltaiky při menší investici dosáhnout využitím vlastní vyrobené elektřiny kratší doby návratnosti, než je tomu v případě kombinované dodávky do v rámci energetických společností.
- Možnost dalšího omezení legislativou, například možnost dodávat pouze do bytů stejného vlastníka (nastaveno v Německu).

Uvedené skutečnosti pravděpodobně sníží zájem a možnosti firem dodávat do energetických společností a spolu s dalším legislativním omezením povede pravděpodobně k delší době návratnosti pro členy oproti dodávkám do společností z obecních, respektive městských budov nebo případně z bytových domů.

Z evropských směrnic navíc vyplývá, že hlavním účelem energetických společností nemá být tvorba zisku. Většina případného zisku musí být použita k zajištění služeb pro členy energetického společností, k rozvoji jeho činností, ke snížení poplatků za elektřinu pro členy komunity nebo k investicím do místních společensky prospěšných iniciativ (například zmírňování energetické chudoby, vzdělávání nebo rozvoj lokální nebo veřejné infrastruktury).

Tento dodatečný odhad technického potenciálu je relevantní zejména pro fotovoltaiku, která je instalována na střeších objektů v rámci komunity a přilehlých plochách – více objektů představuje také větší potenciál. Na rozdíl od slunečních elektráren toto navýšení nemá vliv na uvedené hodnoty potenciálu větrné energie. Jak je uvedeno v kapitole 5, technický potenciál větrné energetiky, respektive výroba elektřiny, výrazně přesahuje možnosti spotřeby měst a obcí – roční výroba elektřiny okolo 14,5 GWh.

Obdobně jako u větrné energie nemá rozšíření počtu subjektů vliv na zdroje tepla do systémů centralizovaného zásobování. Komunitní energetika je historicky již částečně suplována

systémy centrálního zásobování, které je již rozšířeno v těch lokalitách, kde to je možné a smysluplné. Naopak větší komunity představují větší příležitosti pro řízení a nabíjení elektromobilů, pro bateriovou akumulaci a P2X. Následující tabulky shrnují odhady původního i dodatečného technického potenciálu.

Tabulka 14.2 Technický potenciál malých obcí

druh technologie	původní obecní objekty	dodatečné objekty	celkový potenciál
fotovoltaické elektrárny (MW)	475	1 330	1 805
řízení nabíjení EV (GWh/rok)	8	10	18
nabízení kapacity baterie EV (GWh/rok)	7	8	15
bateriová akumulace (MW)	1 149	2 275	3 424
sector coupling (MW)	141	254	395

Tabulka 14.3 Technický potenciál měst

druh technologie	původní městské objekty	dodatečné objekty	celkový potenciál
fotovoltaické elektrárny (MW)	809	2 589	3 398
řízení nabíjení EV (GWh/rok)	14	17	31
nabízení kapacity baterie EV (GWh/rok)	15	18	33
bateriová akumulace (MW)	1 401	3 222	4 623
sector coupling (MW)	240	480	720

Výše uvedené hodnoty technického potenciálu je nutné považovat spíše za optimistické. Na skutečnou výši technického i ekonomického potenciálu bude mít zásadní vliv konečná podoba schválené příslušné legislativy. V této analýze je uvažováno přijetí velmi vstřícné legislativy. Zkušenosti ze západní Evropy však ukazují, že i země, které je možné označit za průkopníky komunitní energetiky, uplatňují často velmi striktní omezení, která v některých segmentech brání masivnímu rozšiřování komunitní energetiky.

Taková omezení vyplývají například z výše poplatků za distribuční služby, kdy poskytované slevy za distribuční platby nejsou v rámci energetických společností natolik výrazné, aby bylo vysoce výhodné a využitelné sdílení elektřiny v rámci distribuční sítě. Další limitací je kromě výše distribučních poplatků rovněž omezení polohou, kdy je energetické společnosti případně výše slevy na distribuční platby limitováno určitou vzdáleností od zdroje elektřiny, případně podmínkou připojení na stejnou trafostanici. Navíc se v zahraniční legislativě velmi často objevuje podmínka, že za elektřinu z nadvýroby OZE příslušného energetického společnosti, která odeče mimo rámec společnosti, není poskytnuta žádná finanční náhrada.

14.1 EKONOMICKÝ POTENCIÁL

Na provedený odhad technického potenciálu navazuje ekonomický. První sloupec, který reprezentuje původně definovanou komunitu slučující pouze obecní a městské objekty je převzatý z dílčích kapitol. Následně je ve stejném poměru odhadnutý ekonomický potenciál také pro dodatečné objekty. Je potřeba dodat, že na rozdíl od dílčích analýz v každé kapitole

není ekonomický potenciál variantní, uvedené hodnoty odpovídají střední variantě. Následující tabulky představují celkový ekonomický potenciál pro města i obce.

Tabulka 14.4 Ekonomický potenciál malých obcí

druh technologie	původní obecní objekty	dodatečné objekty	celkový ekonomický potenciál
fotovoltaické elektrárny (MW)	385	1 078	1 463
řízení nabíjení EV (GWh/rok)	3	4	7
nabízení kapacity baterie EV (GWh/rok)	2	2	4
bateriová akumulace (MW)	379	750	1 129
power to heat (MW)	94	169	263

Tabulka 14.5 Ekonomický potenciál měst

druh technologie	původní městské objekty	dodatečné objekty	celkový ekonomický potenciál
fotovoltaické elektrárny (MW)	657	2 102	2 759
řízení nabíjení EV (GWh/rok)	5	6	11
nabízení kapacity baterie EV (GWh/rok)	4	5	9
bateriová akumulace (MW)	462	1 063	1 525
power to heat (MW)	160	320	480

15 SHRnutí POTENCIÁLU

Následující tabulky srovnávají hodnoty technického i ekonomického potenciálu mezi jednotlivými technologiemi a prvky řízení toků elektřiny. Pojem technický potenciál je v této studii chápán jako maximum využití aktivity z pohledu technických, fyzikálních a systémových dispozic, hodnoty také zohledňují omezující podmínky, které instalaci technologií brání. Hodnoty ekonomického potenciálu jsou stanoveny na základě očekávané rentability jednotlivých technologií či opatření – poměr nákladů a výnosů umožňuje určit dobu návratnosti a na základě tohoto indikátoru jsou hodnoty redukovány z technického potenciálu. Vzhledem k proměnným vstupujícím do výpočtu rentability, například cena elektřiny, je ekonomický potenciál řešený variantě: střední, minimální a maximální varianta. Dodatečný potenciál pro malé obce a města je řešen v předešlé kapitole, protože dle zadání byly analýzy zaměřeny výhradně na municipální objekty, přičemž dodatečný potenciál zohledňuje i soukromé objekty.

Tabulka 15.1 Technický a ekonomický potenciál bytových domů

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
fotovoltaické elektrárny (MW)	2 357	1 354	1 057	1 540
větrné elektrárny (MW)	0	0	0	0
plynové zdroje (MW)	360	0	0	94
zdroje spalující biomasu (MW)	0	0	0	0
tepelná čerpadla (MW)	2 269	531	0	866
nepřímé řízení spotřeby (GWh/rok)	548	110	73	146
flexibilita (MW)	72	36	18	54
EV řízené energie pro nabíjení (GWh/rok)	1 086	543	217	576
EV nabízení kapacity baterie (GWh/rok)	720	216	72	360
bateriová akumulace (MW)	5 914	0	0	0
power to heat (MW)	1 533	0	0	767
power to gas (MW)	0	0	0	0

Tabulka 15.2 Technický a ekonomický potenciál malých obcí

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
fotovoltaické elektrárny (MW)	475	368	316	394
větrné elektrárny (MW)	710	484	357	545
plynové zdroje (MW)	37	0	0	14
zdroje spalující biomasu (MW)	547	473	433	492
tepelná čerpadla (MW)	149	89	68	102
nepřímé řízení spotřeby (GWh/rok)	17	4	3	6
flexibilita (MW)	0	0	0	0
EV řízené energie pro nabíjení (GWh/rok)	8	3	1	5
EV nabízení kapacity baterie (GWh/rok)	7	2	1	2
bateriová akumulace (MW)	1 149	379	230	540
power to heat (MW)	141	94	0	113
power to gas (MW)	0	0	0	0

Tabulka 15.3 Technický a ekonomický potenciál měst

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
fotovoltaické elektrárny (MW)	809	634	550	677
větrné elektrárny (MW)	242	167	125	187
plynové zdroje (MW)	19	0	0	4
zdroje spalující biomasu (MW)	280	242	221	252
tepelná čerpadla (MW)	73	40	0	47
nepřímé řízení spotřeby (GWh/rok)	29	10	6	13
flexibilita (MW)	0	0	0	0
EV řízené energie pro nabíjení (GWh/rok)	14	5	2	9
EV nabíjení kapacity baterie (GWh/rok)	15	4	2	6
bateriová akumulace (MW)	1 401	462	280	658
power to heat (MW)	240	160	0	192
power to gas (MW)	0	0	0	0

Tabulka 15.4 Technický a ekonomický potenciál průmyslových areálů

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
fotovoltaické elektrárny (MW)	1 113	542	333	663
větrné elektrárny (MW)	0	0	0	0
plynové zdroje (MW)	131	34	0	65
zdroje spalující biomasu (MW)	1 757	778	527	944
tepelná čerpadla (MW)	507	0	0	124
nepřímé řízení spotřeby (GWh/rok)	117	58	39	78
flexibilita (MW)	26	13	7	20
EV řízené energie pro nabíjení (GWh/rok)	187	55	24	103
EV nabíjení kapacity baterie (GWh/rok)	29	6	3	9
bateriová akumulace (MW)	1 516	0	0	0
power to heat (MW)	1 516	0	0	606
power to gas (MW)	0	0	0	0

Tabulka 15.5 Technický a ekonomický potenciál zemědělských družstev

	technický potenciál	ekonomický potenciál		
		střední	minimální	maximální
fotovoltaické elektrárny (MW)	219	22	0	61
větrné elektrárny (MW)	0	0	0	0
plynové zdroje (MW)	5	1	0	2
zdroje spalující biomasu (MW)	0	0	0	0
tepelná čerpadla (MW)	23	0	0	2
nepřímé řízení spotřeby (GWh/rok)	0	0	0	0
flexibilita (MW)	0	0	0	0
EV řízené energie pro nabíjení (GWh/rok)	32	9	4	17
EV nabíjení kapacity baterie (GWh/rok)	2	0	0	0
bateriová akumulace (MW)	275	0	0	0
power to heat (MW)	37	11	0	21
power to gas (MW)	49	0	0	0



S energií počítáme!