

# Aktualizace Územní energetické koncepce statutárního města Brna

leden 2024



v souladu s požadavky zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s nařízením vlády ČR č. 349/2022 Sb., o státní energetické koncepci a o územní energetické koncepci.

## 5 Přílohy

### 5.3 Systém zásobování elektrickou energií

---

## Obsah

<b>1   ELEKTRICKÁ ENERGIE.....</b>	<b>3</b>
1.1   Analýza vývoje spotřeby elektrické energie .....	3
1.2   Analýza vývoje výroby elektřiny na území města Brna .....	9
1.3   Rozvoj inteligentních sítí.....	13
1.3.1   Inteligentní síť (Smart grids) obecně .....	13
1.3.2   Rozvoj inteligentních sítí EG.D, a.s. ....	15
1.3.3   Rozvoj inteligentních sítí SMB .....	17
1.4   Bezpečnost zásobování elektrickou energií.....	18
1.5   Analýza plánovaného rozvoje elektrizační soustavy.....	20
1.6   Problematika krizových situací při zásobování elektrickou energií a předcházení těmto situacím....	25
1.7   Nouzové zásobování elektrickou energií a kapalnými palivy.....	30
Zdroj dat.....	32
Seznam tabulek a obrázků.....	33
Seznam tabulek .....	33
Seznam obrázků .....	33

# 1 | Elektrická energie

## 1.1 | Analýza vývoje spotřeby elektrické energie

Samotnou distribuci elektrické energie na území města Brna zajišťuje v současnosti společnost EG.D., a.s.<sup>1</sup>, která je provozovatelem distribuční soustavy.

Zdrojem zásobování elektrickou energií statutárního města Brna je především celostátní přenosová soustava ČEPS a.s., která vedeními o napětí 400 kV a 220 kV přivádí výkon do transformoven TR 400/110 kV Čebín a Sokolnice. Obě transformovny se nachází mimo administrativně-správní území města Brna. Pro zásobování brněnské aglomerace jsou ze zmíněných rozvodů do oblasti statutárního města Brna přivedeny dvě trasy nadzemních vedení 110 kV ze směru severního (Čebín) a jižního (Sokolnice). Pro zásobování města na napěťové úrovni 22 kV jsou vedení 110 kV ve výše uvedených trasách zapojena do distribučních a odběratelských transformoven 110/22 kV.

Kromě dodávky elektřiny prostřednictvím distribuční soustavy EG.D., a.s. je na území města spotřebovávaná elektřina v podobě vlastní spotřeby zdrojů, vyrábějících elektřinu, lokalizovaných na území města (např. elektřina vyrobená v malých fotovoltaických systémech, která je spotřebovávaná přímo v odběrném místě). Celková spotřeba elektřiny pak tedy obsahuje elektřinu distribuovanou společností EG.D., a.s., navýšenou o elektřinu vyrobenou pro vlastní spotřebu ve zdrojích, ležících na území města Brna.

Množství distribuované elektřiny, prostřednictvím soustavy E.ON Distribuce, a.s., činilo v roce **2016 1,883 TWh netto**. Na celkové spotřebě se cca 20 % podílely domácnosti (MOO), 16,2 % podnikatelský maloodběr (MOP) a 63,9 % velkoodběratelé (VO).

V následujících letech se na celkové spotřebě elektřiny (především u velkoodběratelů) projevilo omezení výroby v důsledku celosvětové pandemie Covid-19. Po mírném zlepšení v roce 2021 prožila celá Evropa ve druhé polovině roku 2022 kvůli souběhu několika faktorů cenovou krizi, kdy velkoobchodní ceny energií vystoupaly na historicky nejvyšší hodnoty.

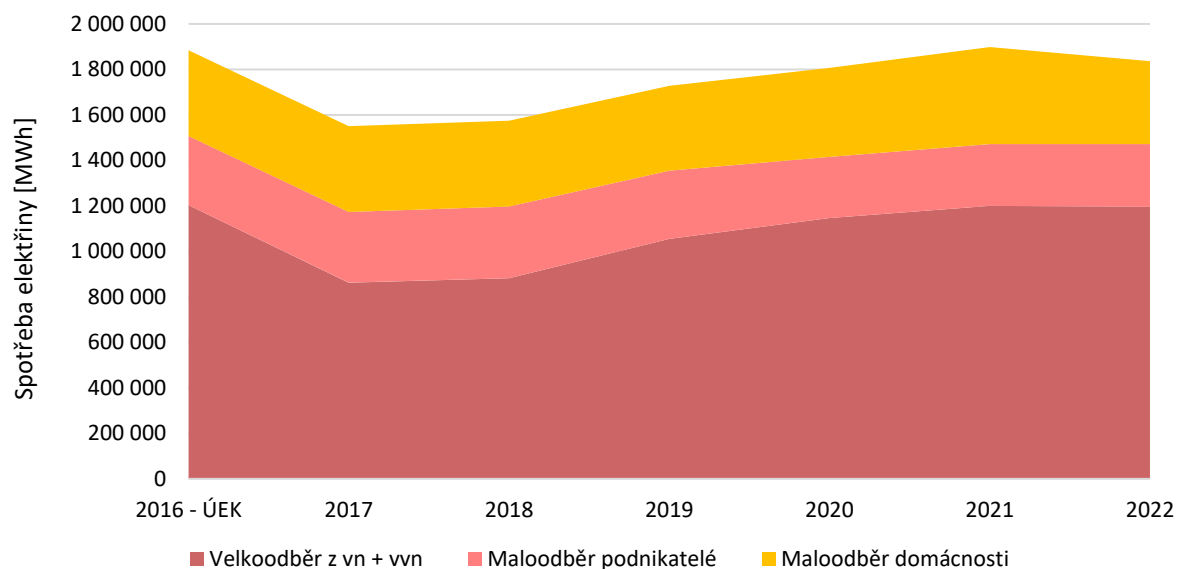
V roce 2021, kdy došlo k pádu skupiny Bohemia Energy, si řada zákazníků musela neplánovaně hledat nového dodavatele. Začátkem roku 2022 se navíc společnost potýkala s doznívající pandemií onemocnění covid-19 a neočekávanou ruskou invazí na Ukrajinu. Následkem bylo snížení spotřeby elektřiny v roce 2022 ve všech odběratelských kategoriích oproti stavu v ÚEK 2016 (na 97,5 %). Na celkové spotřebě **1,837 TWh netto** se v roce **2022** cca 19,9 % podílely domácnosti (MOO), 15 % podnikatelský maloodběr (MOP) a 65,1 % velkoodběratelé (VO).

**Tabulka 1: Porovnání spotřeby elektřiny netto dle odběratelských kategorií [MWh], statutární město Brno**

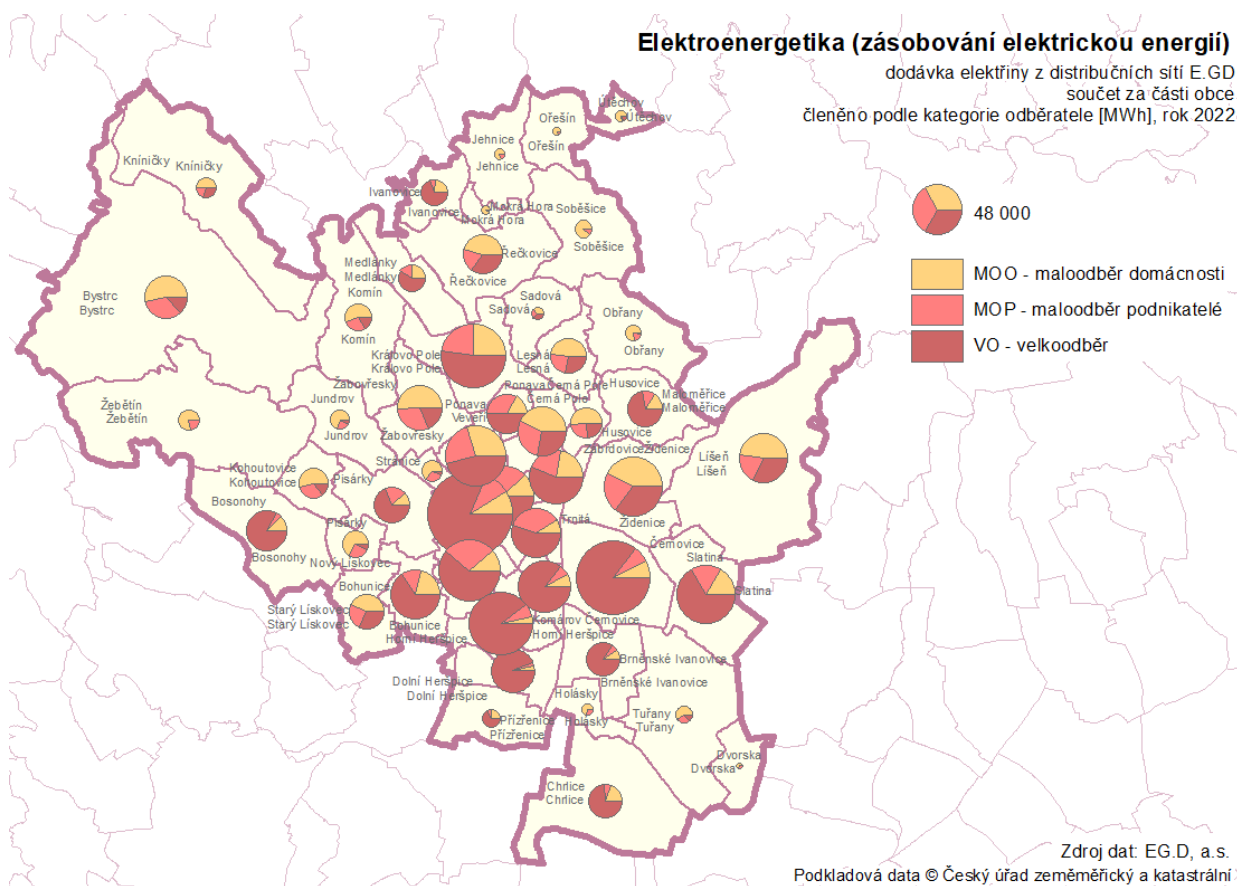
Kategorie odběratele	Rok 2016 ÚEK	Rok 2017	Rok 2018	Rok 2019	Rok 2020	Rok 2021	Rok 2022
Velkoodběr z vn+vvv	1 203 183	862 811	882 032	1 055 647	1 147 146	1 200 233	1 196 337
Maloodběr podnikatelé	304 337	310 525	315 310	298 926	268 473	271 773	274 958
Maloodběr domácnosti	376 215	376 652	376 718	373 857	391 175	426 366	365 610
<b>Spotřeba celkem [MWh]</b>	<b>1 883 735</b>	<b>1 549 988</b>	<b>1 574 060</b>	<b>1 728 430</b>	<b>1 806 794</b>	<b>1 898 372</b>	<b>1 836 904</b>

*Zdroj: E.ON, a.s., EG.D., a.s.*

<sup>1</sup> Od 1.1. 2021 nové jméno pro původní E.ON Distribuce. Zkratka je odvozena z anglického Electricity and Gas Distribution

**Obrázek 1: Porovnání vývoje spotřeby elektřiny netto dle odběratelských kategorií [MWh], město Brno**

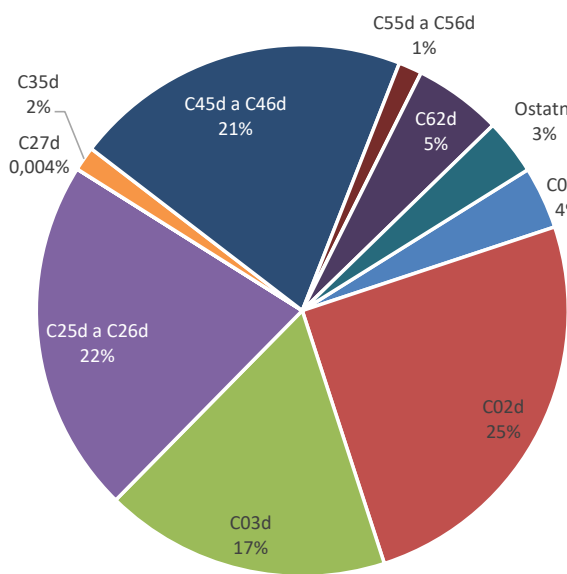
Zdroj: E.ON, a.s., EG.D., a.s.

**Obrázek 2: Dodávka elektřiny ze sítí EG.D. [MWh/r], součet za části obce, rok 2022**

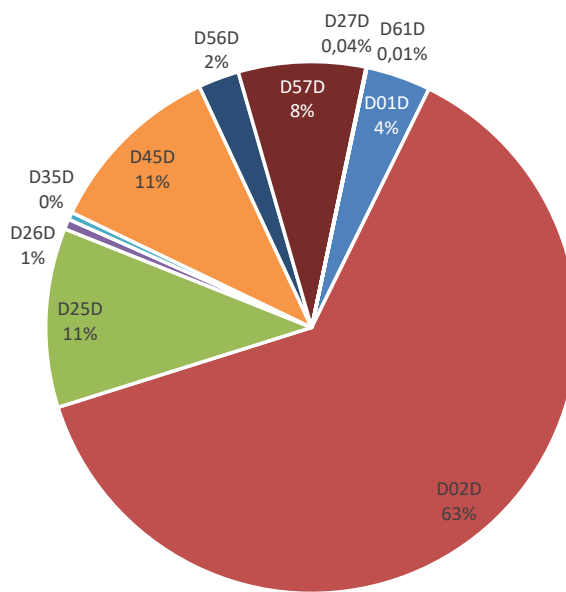
Způsob užití elektřiny u odběratelů kategorie MOO (maloodběr domácnosti) a MOP (maloodběr podnikatelé) – tj. podíl spotřeby elektřiny na vytápění, ohřev vody a ostatní nutnou nezáměnnou spotřebu, lze odhadnout prostřednictvím tarifních sazeb.

**Obrázek 3: Podíl tarifních sazeb na dodávce elektrické energie ze sítě EG.D, a.s. v rámci jednotlivých odběrových kategorií – rok 2022, statutární město Brno**

Maloodběr podnikatelé (MOP), rok 2022



Maloodběr domácnosti (MOO), rok 2022



*Zdroj: EG.D., a.s.*

Nejvyšší spotřebu v domácnostech vykazují zákazníci v sazbě D02d (Klasik – 62,9 %) – což je sazba, vhodná pro odběrná místa s běžnými elektrickými spotřebiči. Což jsou například byty nebo rodinné domy, které nemají elektrické vytápění ani elektrický ohřev vody.

Další významnou skupinu odběratelů tvoří odběratelé se sazbou D45d (Přímotop – 10,9 %), která je vhodná pro odběrná místa s elektrickým přímotopným vytápěním. Provoz přímotopných spotřebičů je operativně řízen a musí být blokován v době platnosti vysokého tarifu. Nízký tarif trvá 20 hodin denně.

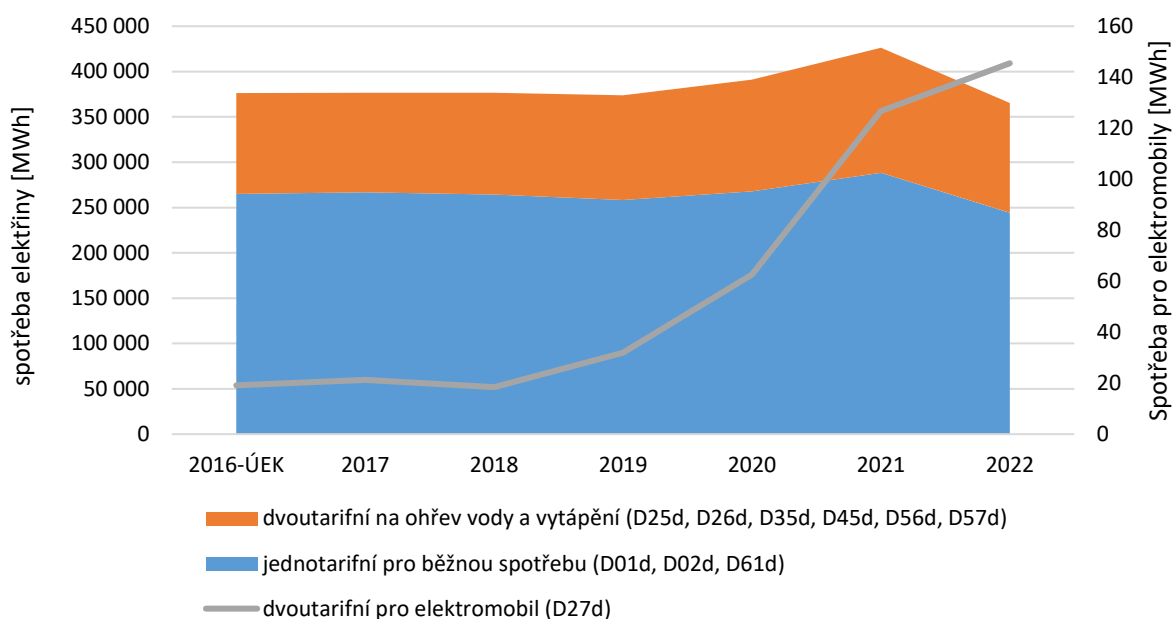
Třetí významnou skupinu domácností pak tvoří zákazníci se sazbou D25d (Aku – 10,9 %), která je vhodná pro odběrná místa s akumulacím vytápěním a ohřevem vody. Provoz akumulacích spotřebičů je operativně řízen a musí být v době platnosti vysokého tarifu blokován. Nízký tarif trvá 8 hodin denně. Z hlediska struktury sestavení výsledné energetické bilance jsou pak u domácností významné ještě sazby D56d/D57d (TČ – 7,9 %), což jsou sazby pro odběrná místa s vytápěním pomocí tepelného čerpadla. Podíl těchto vyjmenovaných sazeb na celkové spotřebě elektřiny v domácnostech v posledních 5 letech trvale roste.

V roce **2022** využívalo některou z tarifních sazeb elektřiny s akumulací na ohřev vody nebo vytápění (D25d, D26d, D35d, D45d, D56d, D57d) více než **24 tisíc** brněnských **domácností** s celkovou spotřebou z distribuční sítě EG.D. cca **124 GWh**. Pokud jde o elektromobily, pro ně sice existuje sazba D27d, ale většina spotřeby pro nabíjení bude realizována spíše v jiných tarifech.

Vývoj spotřeby elektřiny u této skupiny tarifních sazeb prezentuje následující obrázek. Na viditelném poklesu spotřeby v roce 2022 má dominantní podíl skokový nárůst cen elektřiny a příznivé klimatické podmínky v topném období.

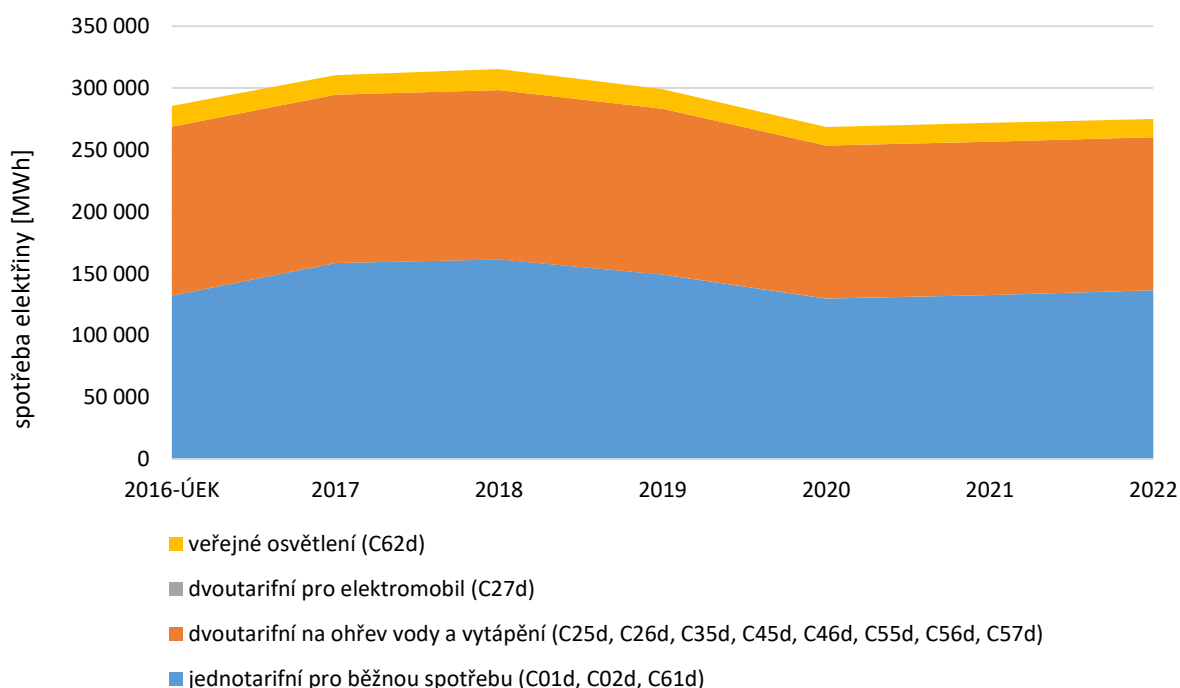
Sazby u podnikatelského maloodběru (MOP) mají obdobný charakter využití, jako v případě domácností. Sazby C01d, C02d a C03d (Klasik) jsou jednotarifové sazby, využívané pro krytí spotřeby bez akumulace, odstupňované dle celkové výše odběru (malý, střední, vyšší). U dvoutarifové sazby C26d trvá nízký tarif 8 hodin, sazby C35d 16 hodin a C45d 20 hodin denně. Sazby C55d C56d/C57d jsou využívány pro provoz tepelných čerpadel. Navíc se v kategorii podnikatelského maloodběru vyskytuje spotřeba elektřiny v sazbě C62d (5,6 %), která určena pro účely osvětlování veřejných prostranství.

**Obrázek 4: Vývoj spotřeby elektřiny v kategorii domácnosti (MOO) dle způsobu užití, statutární město Brno**



Zdroj: E.ON, a.s., EG.D., a.s.

**Obrázek 5: Vývoj spotřeby elektřiny v kategorii maloodběr podnikatelé (MOP) dle způsobu užití, statutární město Brno**



Zdroj: E.ON, a.s., EG.D., a.s.

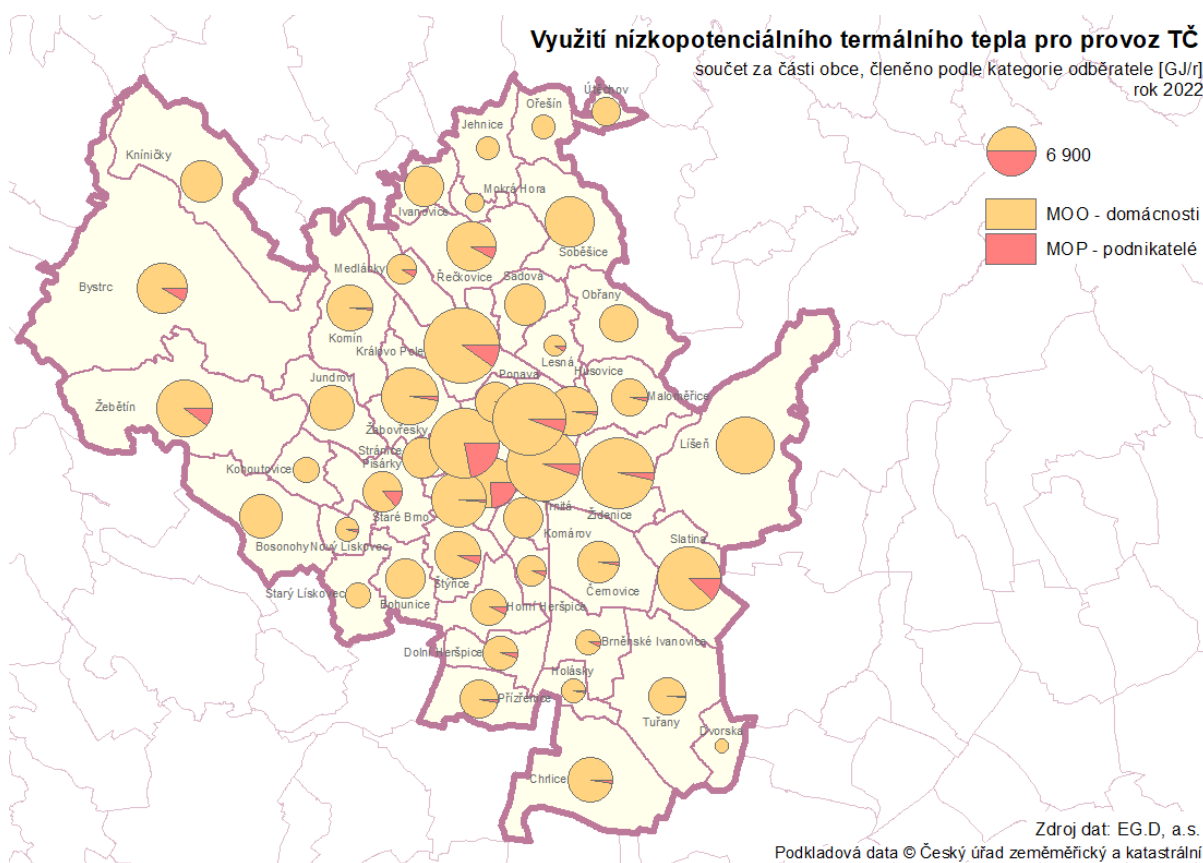
Modelově vypočtenou výši využití nízkopotenciálního tepla prostřednictvím tepelných čerpadel (odhad je proveden s využitím údajů o počtu odběratelů a spotřeby elektřiny v sazbách C56d/C57d a D56d/D57d) v členění dle kategorie odběratele uvádí následující tabulka:

**Tabulka 2: Modelově vypočtená spotřeba nízkopotenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno**

Rok	Domácnosti	Podnikatelé	Celkem
2016	91 808,71	21 896,63	113 705,34
2017	82 083,10	14 083,88	96 166,98
2018	124 595,01	15 582,48	140 177,48
2019	173 431,21	16 212,19	189 643,40
2020	214 809,52	16 768,86	231 578,38
2021	270 944,25	17 322,55	288 266,81
2022	266 133,16	16 499,50	282 632,66

Zdroj: Zdroj: E.ON, a.s., EG.D., a.s.

**Obrázek 6: Využití nízkopotenciálního tepla pro provoz tepelných čerpadel [GJ/r], součet za části obcí, členěno dle kategorie odběratele, město Brno, rok 2022**



V roce 2022 využívalo na území statutárního města Brna některou z tarifních sazeb na tepelná čerpadla 107 podnikatelů a 4967 domácností.

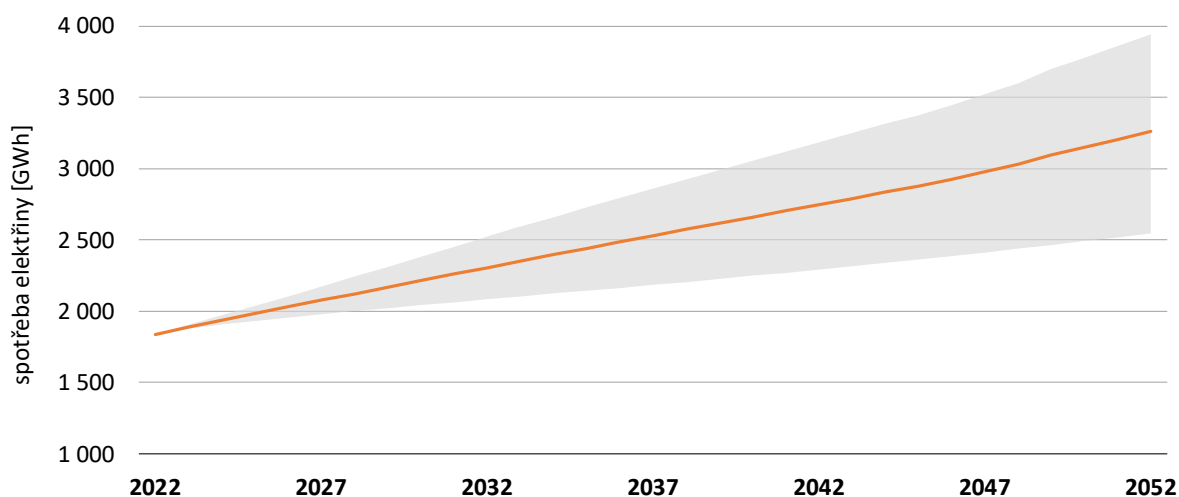
Nově se pak v obou odběratelských kategoriích v posledních letech objevily sazby D27d a C27d, pro vlastníky a uživatele elektromobilů. I zde je jako v případě spotřeby elektřiny na provoz tepelných čerpadel patrný kontinuální meziroční nárůst. Oproti roku 2016, kdy se v sazbách C27d + D27d odebralo z distribuční sítě

21,1 MWh, se v roce 2022 navýšila spotřeba na 145,5 MWh (navíc bez zvyšující se kapacity z malých fotovoltaických elektráren, sloužících k pokrytí spotřeby objektů, na kterých jsou nainstalovány).

#### PŘEDPOKLÁDANÝ ROZVOJ SPOTŘEBY ELEKTŘINY

V následujících letech se počítá s rozvojem a rozmachem technologií s poměrně vysokou energetickou náročností. Dle většiny výhledů růstu spotřeby energie zpracovaných různými subjekty, ať už na národní nebo lokální úrovni, přetrvává tempo růstu spotřeby elektrické energie v řádu několika procent ročně, přičemž ve větších aglomeracích se tento trend přirozeně blíží spíše horní hranici rozsahu. A to i přesto, že je kladen důraz na snižování energetických ztrát a zvyšování účinnosti energetických zařízení. Očekává se především nárůst počtu vozidel na elektrický pohon, tepelných čerpadel a klimatizačních jednotek. Nezanedbatelný přírůstek ve spotřebě elektrické energie vytváří také digitalizace společnosti a vyšší potřeba datových úložišť. Do roku 2052 je očekáván nárůst spotřeby minimálně o třetinu oproti současnému stavu, v krajním případě až zdvojnásobení dnešní spotřeby. Tento rostoucí trend bude mít samozřejmě znatelný dopad na potřebu modernizace a posilování elektrických sítí na více úrovních.

**Obrázek 7: Trend vývoje celkové spotřeby elektřiny SMB – výhled do roku 2052**



*Zdroj: vlastní zpracování*



## 1.2 | Analýza vývoje výroby elektřiny na území města Brna

V roce 2022 bylo na území města Brna evidováno 606 licencovaných výroben elektrické energie a 632 malých, nelicencovaných fotovoltaických elektráren do 10 kW<sub>p</sub>. Z licencovaných byly 4 parní elektrárny, 1 paroplynová, 31 plynových, spalovacích elektráren, 564 fotovoltaických elektráren, 5 malých vodních elektráren a 2 větrné elektrárny. Celkový instalovaný elektrický výkon v roce 2022 činil 254,7349 MW<sub>e</sub> (bez náhradních dieselagregátů).

**Tabulka 3: Výroba elektřiny brutto ve zdrojích na území města Brna [MWh], členěno dle typu elektrárny**

TYP	Počet zdrojů 2022	Instalovaný výkon [MW <sub>e</sub> ] 2022	Výroba brutto 2016	Výroba brutto 2022
PE (parní elektrárny)	3	107,3	142 085,27	136 800,27
PPE (paroplynové elektrárny)	1	95	216 070,90	319 982,50
PSE (plynové, spalovací elektrárny)	31	7,676	11 237,18	20 517,72
SLE (solární elektrárny) licencované	564	37,71475	34 810,25	38 728,71
SLE (solární elektrárny) nelicencované	632	3,03195	20,08	3 180,52
VE (vodní elektrárny)	5	3,999	6 979,02	5 880,45
VTE (větrné elektrárny)	2	0,0132	2,42	0
<b>Celkový součet</b>	<b>1 238</b>	<b>254,7349</b>	<b>411 205,12</b>	<b>525 090,17</b>

*Zdroj: ERÚ*

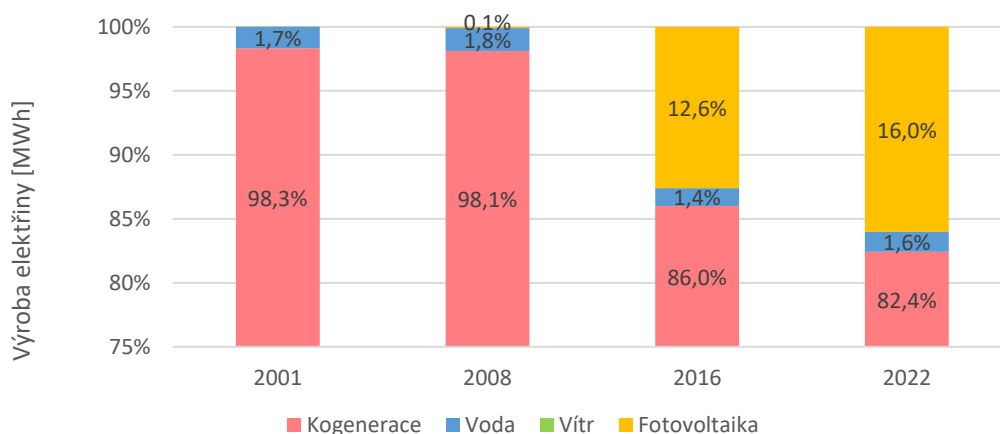
**Nejvýznamnějšími výrobci elektrické energie na území města Brna byly v roce 2022:**

- Teplárny Brno, a.s.: provozovny Červený Mlýn, Špitálka, Brno – sever
- SAKO Brno, a.s.

které vyrobily cca 87,5 % z celkové výroby elektřiny v daném roce.

Vývoj instalovaného elektrického výkonu výroben elektřiny na území města Brna [MW<sub>e</sub>] vykazuje nárůst výkonu ve zdrojích, využívajících OZE (vodní, větrné a solární elektrárny). Z původních cca 1,7 % v roce 2001 se v roce 2022 zvýšil podíl instalovaného elektrického výkonu elektráren využívající OZE na 16 %.

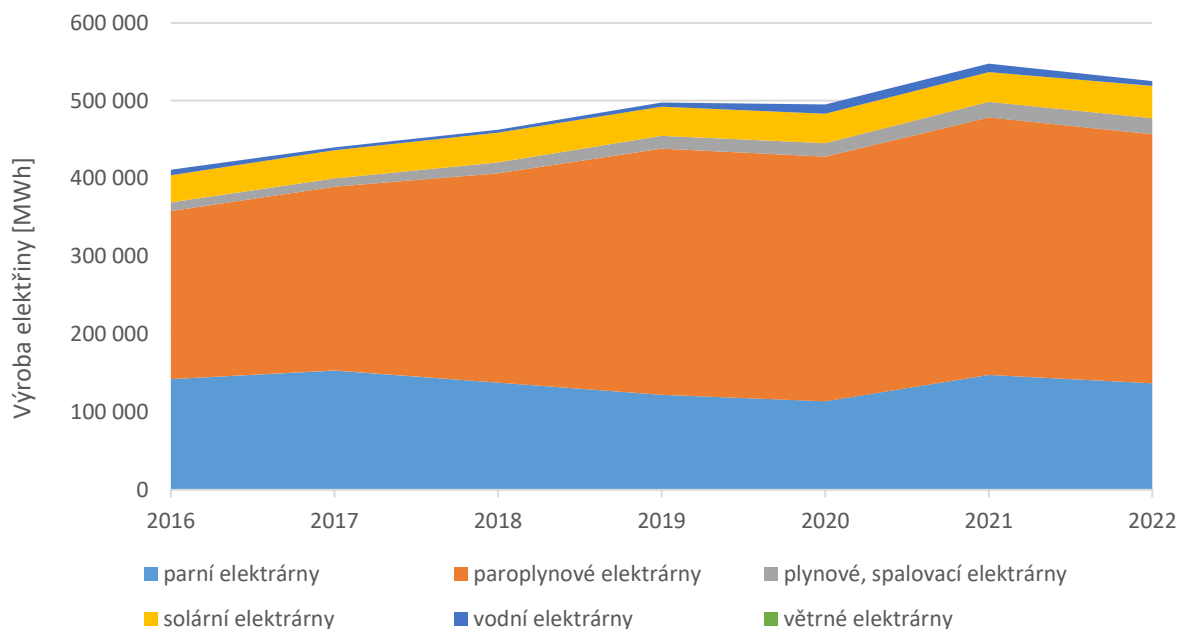
**Obrázek 8: Vývoj struktury instalovaného výkonu elektráren na území města Brna, v členění dle druhu zdroje [MW]**



*Zdroj: ERÚ*

V územním členění byla nejvyšší výroba elektřiny realizována v městských částech Brno-Královo Pole, Brno-střed a Brno-Židenice, protože v těchto lokalitách jsou umístěny majoritní výrobní elektřiny Tepláren Brno a SAKO Brno.

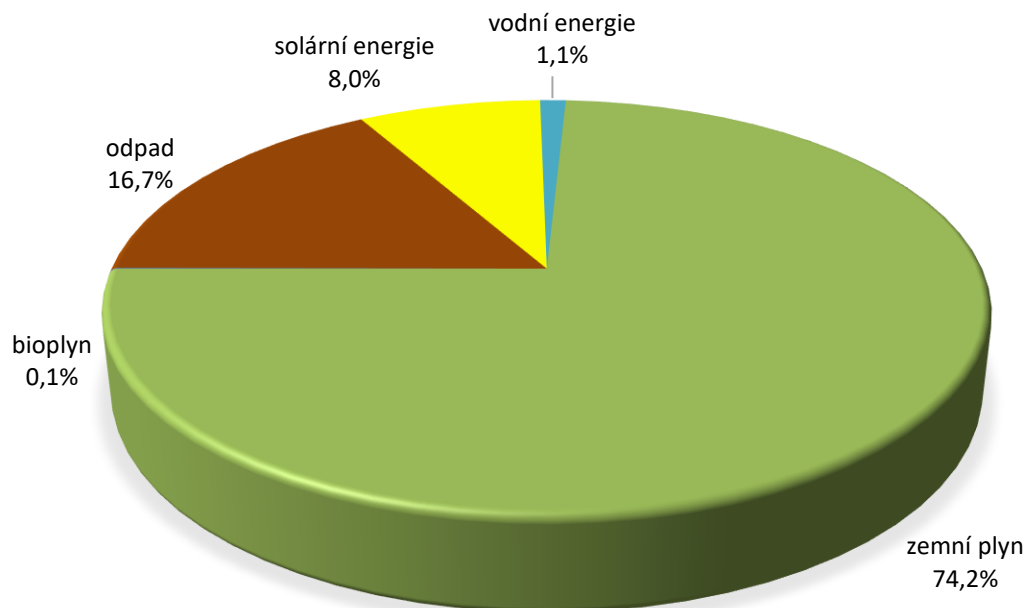
**Obrázek 9: Vývoj výroby elektřiny brutto ze zdrojů na území města Brna, v členění dle druhu zdroje [MWh]**



*Zdroj: ERÚ*

Z hlediska struktury primárních paliv a energie, užitých pro výrobu elektřiny v lokálních zdrojích na území města Brna, dominuje zemní plyn (74,2 %). Významněji se na výrobě elektřiny podílí ještě spalování odpadu v SAKO Brno, a.s. (16,7 %) a využití solární energie ve fotovoltaických systémech (8 %).

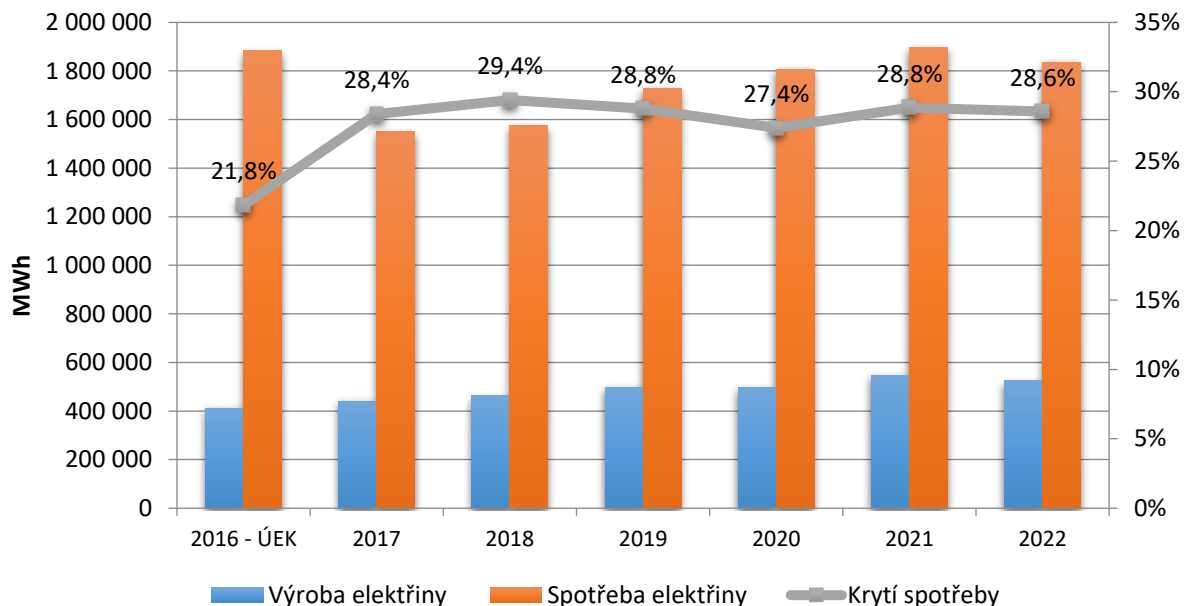
**Obrázek 10: Podíl primárních paliv a energie na výrobě elektřiny z lokálních zdrojů na území města Brna**



*Zdroj: ERÚ*

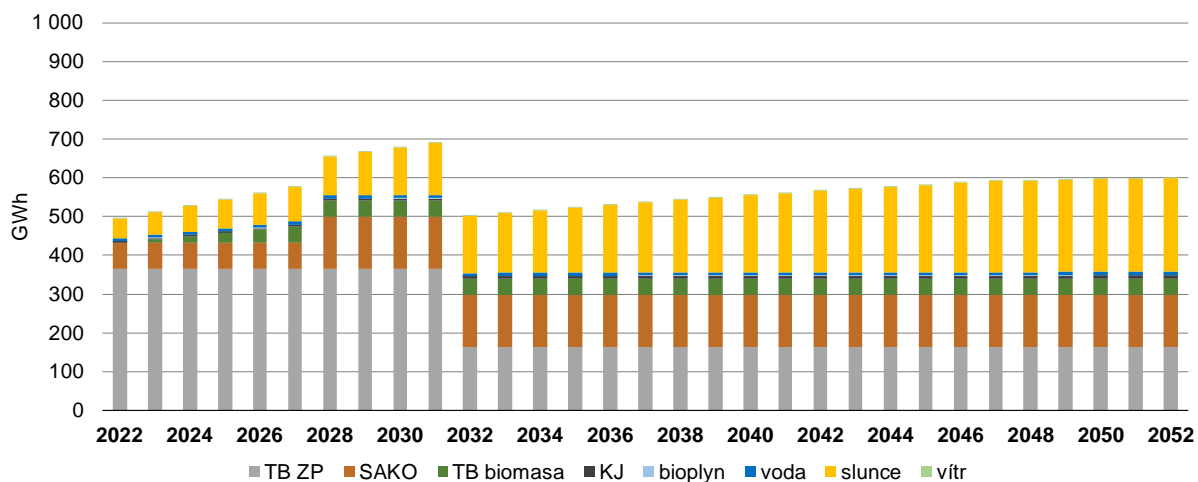
Pokrytí netto spotřeby elektřiny její brutto výrobou na území města Brna se od roku 2016 navýšilo o cca 6,8 % na současných cca 28,6 %.

**Obrázek 11: Krytí spotřeby elektřiny (netto) výrobou (brutto)<sup>2</sup> [MWh], statutární město Brno**

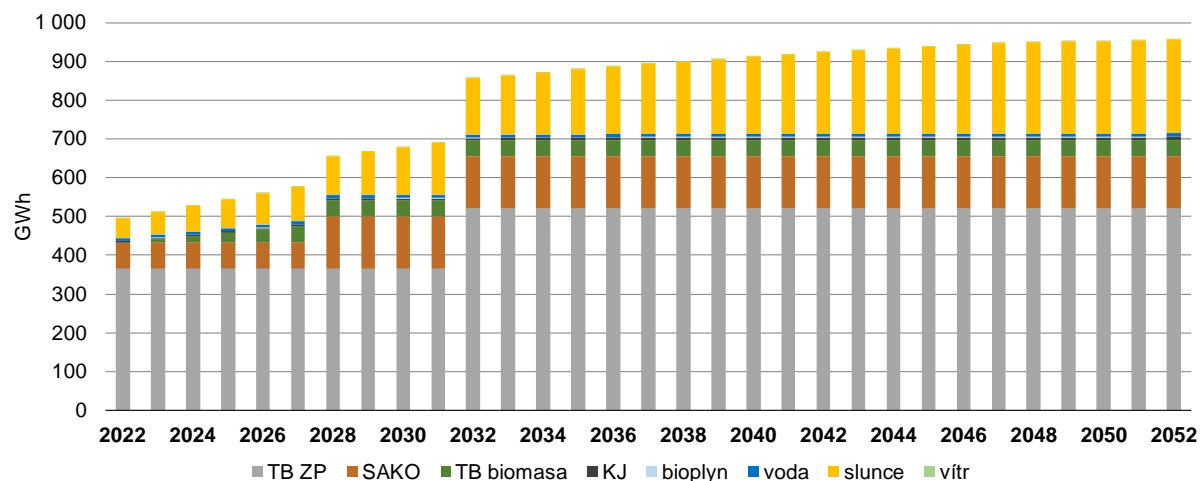


Zdroj: ERÚ, E.ON Distribuce, a.s., EG.D., a.s.

**Obrázek 12: Predikce výroby elektrické energie ze zdrojů na území SMB, scénář OZE+EDU**



<sup>2</sup> Rozdíl mezi výrobou elektřiny brutto a dodávkou elektřiny (netto) tvoří technologická vlastní spotřeba na výrobu elektřiny, technologická vlastní spotřeba na výrobu tepla, dodávky do vlastního podniku nebo zařízení a ztráty a bilanční rozdíly.

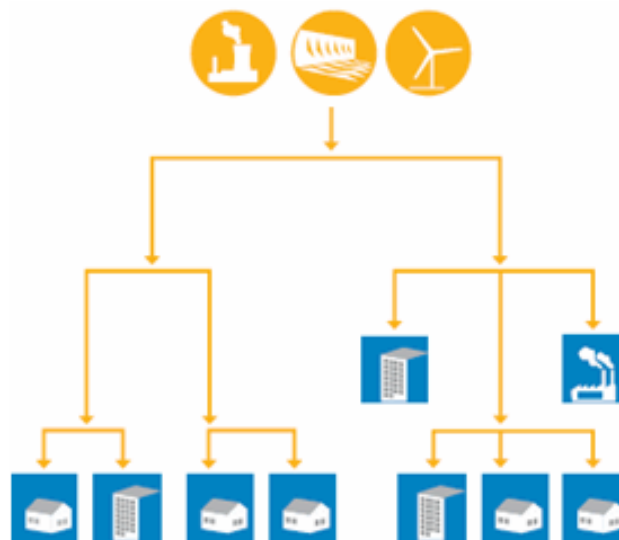
**Obrázek 13: Predikce výroby elektrické energie ze zdrojů na území SMB, scénář OZE+ZP**

## 1.3 | Rozvoj inteligentních sítí

### 1.3.1 | Inteligentní sítě (Smart grids) obecně

Elektrická energie je univerzální formou energie, kterou využíváme v našem každodenním životě. Aby bylo možné přivést vyrobenou elektrickou energii ke koncovému uživateli, je potřeba infrastruktura sítí nezbytná pro výrobu, přenos, distribuci a spotřebu elektrické energie. V dnešní době je stále nejvíce elektrické energie vyráběno v centralizovaných zdrojích energie, využívá se tradiční distribuční soustava, jejímž hlavním parametrem je jednosměrný tok elektrické energie. Tento tok energie proudí od výrobce přímo k danému spotřebiteli. Stávající struktura sítě vede k značným ztrátám z primárních zdrojů elektrické energie. Způsob, jakým je elektrická energie vyráběna, přepravována a používána, není dostatečně účinný. Dalším velkým problémem, na který se v dnešní době poukazuje, je velká produkce emisí CO<sub>2</sub>, kdy více než 40 % elektráren v České republice využívá jako palivo uhlí, a tyto zdroje tak neblaze přispívají ke zvyšování CO<sub>2</sub> v ovzduší.

**Obrázek 14:** Schéma klasické elektrizační soustavy



*Zdroj: Inteligentní rozvodné sítě [5]*

Energetika se však stále více ubírá cestou decentralizace. Čím dál více jsou využívány obnovitelné zdroje energie jako větrné farmy či solární elektrárny, kdy tyto zdroje nyní představují pouze malou část všech zdrojů elektrické energie. Dle Evropské unie by do roku 2030 měla být téměř polovina elektrické energie vyráběna právě z obnovitelných zdrojů energie, což by značně pomohlo snížit produkci CO<sub>2</sub>. U obnovitelných zdrojů energie může vlivem nestálosti slunečního svitu, či větru docházet k proměnlivosti dodávek, což vede k poměrně závažným problémům se spolehlivostí a kapacitou sítě. Provádí se taky větší digitalizace, požaduje se flexibilita, zavádí se autonomní ostrovy, které dokáží fungovat po nějaký čas nezávisle na okolí. Problém spočívá v tom, že současné distribuční sítě nejsou schopny dostatečně zvládat modernizaci, jelikož nejsou navrženy pro vícesměrný tok elektrické energie, které vyžaduje integrace decentralizovaných zdrojů energie.

Mění se i požadavky a přání spotřebitelů, ti chtějí více kontrolovat svoji spotřebu a požadují tarify, které vyhovují jejich potřebám. Celá modernizace energetiky pracuje s jiným principem – důraz je kladen na sběr dat a jejich využívání pro zajištění dodávky. Z výše uvedených důvodů by modernizace distribuční soustavy měla splňovat čtyři hlavní cíle, a to kapacitu, spolehlivost, energetickou účinnost a udržitelnost.

Proto byl zaveden pojem „Smart grid“ neboli chytré / inteligentní sítě. Smyslem zavedení inteligentních sítí je zvýšit efektivitu, spolehlivost, bezpečnost a udržitelnost životního prostředí. Definicí Smart grid je velká řada.

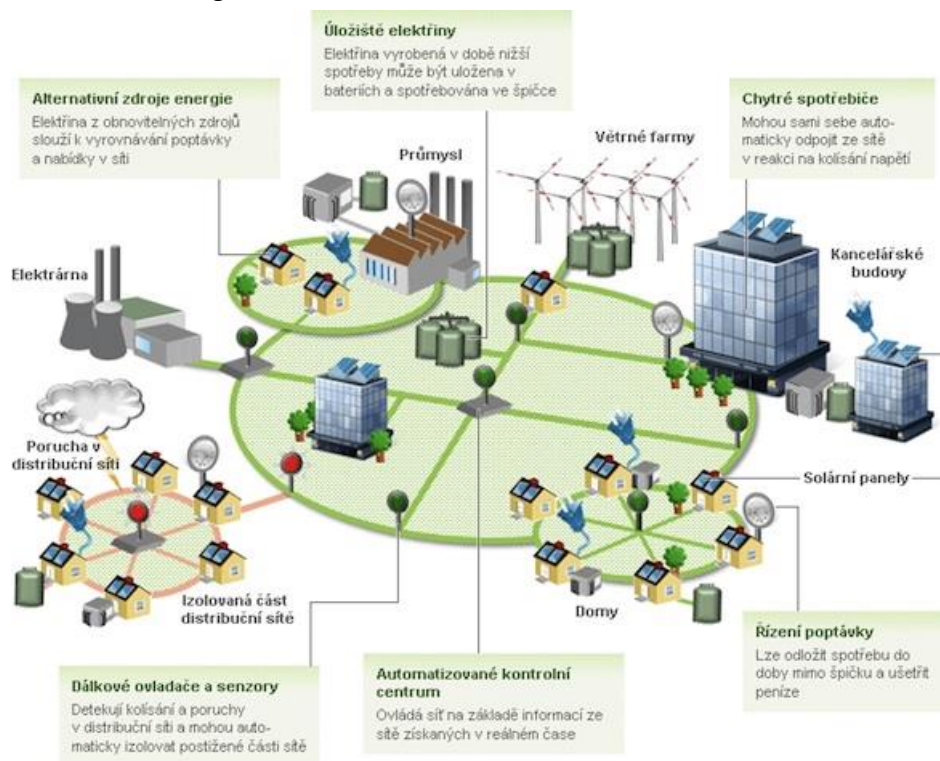
Jedna například říká, že se jedná o filozoficko-technologický směr, kterým se ubírají konvenční technologické sítě. Z technického hlediska je však lze definovat jako sítě, které se samy řídí a regulují, jsou schopné přenášet a distribuovat elektrickou energii vyrobenou z jakéhokoli zdroje energie až ke konečnému uživateli, a to vše s minimálním podílem lidského zásahu. Inteligentní sítě by měly zpracovávat a ovládat proměnné veličiny v reálném čase. Dále by měly propojovat všechny, kteří budou na síť napojeni, např. výrobce elektřiny, provozovatele sítí, obchodníky s elektřinou a samotné spotřebitele.

**Aby bylo možné splnit smysl inteligentních sítí, je potřeba při jejich návrhu brát v úvahu některá technická hlediska:**

- minimalizování nákladů a technických prostředků na kapacitu sítě a dopad na životní prostředí
- zefektivnění řízení a regulace toku energie
- správa a řízení toku energie ke snížení ztrát a špičkové poptávky jak přenosové, tak distribuční soustavy
- připojení obnovitelných zdrojů energie z místních i vzdálených míst do distribuční sítě
- integrace a optimalizace skladování energie ke snížení poptávky ze sítě
- integrace mobilních zatížení (např. elektrická vozidla)
- snížení rizika výpadků, zefektivnění odhalování a likvidování jakýchkoliv systémových poruch a rychlé obnovení provozu
- optimalizace využití prostředků pro řízení spotřeby elektrické energie

Všechny výše uvedené technické parametry by měly být přínosem, automatizace by měla zlepšit kontrolu nad sítí a minimalizovat možné poruchy a výpadky. Například při zjištění výpadku či poruchy by se měl tok elektrické energie přeměrovat a postižené místo by se mělo izolovat, toto vše by vedlo ke zkvalitnění dodávky elektrické energie.

**Obrázek 15: Schéma inteligentní sítě**



*Zdroj: Inteligentní sítě [6]*

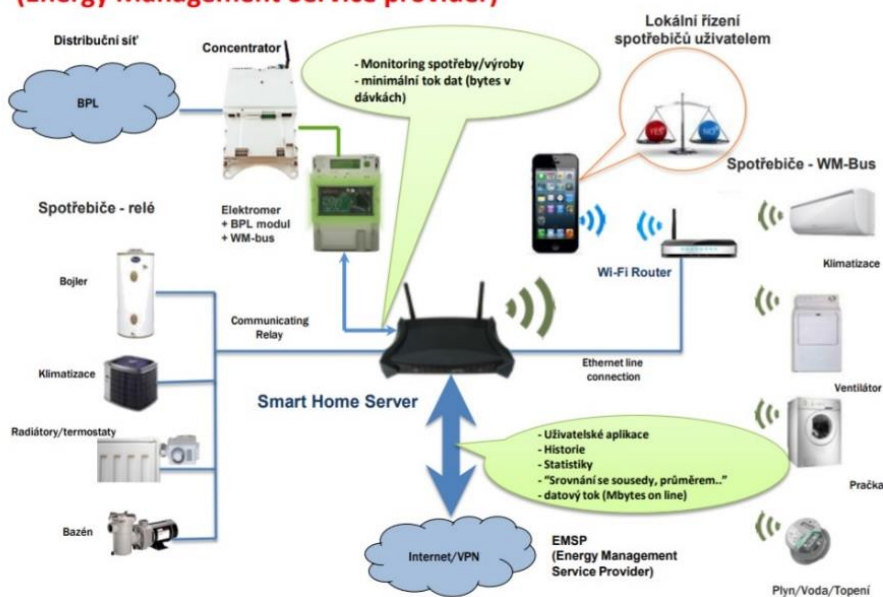
Jak je vidět na návrhu inteligentní sítě na předchozím obrázku, do stávající distribuční soustavy jsou zapojeny další zdroje vyrábějící elektrickou energii. Díky těmto možnostem se do sítě mohou zapojit i koncoví zákazníci,

kteří si danou elektrickou energii budou moci vyrobit sami, ať už se jedná o města a obce, obchodní firmy či průmyslové podniky. Ti nejenže si mohou vyrobenou elektřinu sami spotřebovávat, ale její přebytky budou moci dodávat do sítě. V opačném případě, kdy budou mít elektrické energie nedostatek, ji mohou ze sítě čerpat. Součástí inteligentních sítí je i instalování bateriových uložení elektrické energie, které budou napomáhat ke stabilitě sítě. V uložení se může ukládat přebytečná elektrická energie, která se následně může využít při zvýšené poptávce.

Aby odezva od zákazníků fungovala, je potřeba jejich plné zapojení. U jednotlivých zákazníků je potřeba instalovat jak jednotlivá digitální měřidla (např. inteligentní elektroměry), dovolující obousměrný přenos informací, tak i „chytrá“ elektrická zařízení. Díky informacím získávaným v reálném čase budou moci vzniknout nové tarify, které budou řídit cenu dle aktuální situace v síti. Díky těmto tarifům a dálkovému ovládání „chytrých“ spotřebičů budou moci zákazníci ovládat svoji spotřebu, např. praní prádla, pouze tehdy, kdy bude v síti volná kapacita (například v nočních hodinách, kdy je poptávka po elektřině výrazně nižší, než v denních hodinách). Díky těmto sítím energetické společnosti získají přesné informace o přístupu zákazníků, což povede v ideálním případě ke zkvalitnění služeb. Mezinárodní energetická agentura (IEA) odhaduje, že do roku 2040 by mohla být na světě zhruba 1 miliarda chytrých domácností. Celkově by podle ní mohlo být v provozu 11 miliard chytrých spotřebičů.

Obrázek 16: Chytrá domácnost (NAP SG)

**Koncept řízení domácnosti bez zátěže DS pomocí EMSP  
(Energy Management Service provider)**



Zdroj: NAP [7]

### 1.3.2 | Rozvoj inteligentních sítí EG.D, a.s.

Rozvoj inteligentních sítí je spojen především s rozšířením obousměrné komunikace mezi provozovatelem distribuční soustavy (PDS) a jednotlivými prvky distribuční sítě, respektive mezi PDS a odběrateli, a také se zvětšováním počtu prvků v síti, které může PDS vzdáleně ovládat. V Brně se jedná především o rozšiřování počtu rozpadových a manipulačních bodů 22 kV, které se podílí na vylepšování systémových ukazatelů SAIDI a SAIFI.

EG.D, a.s., v souladu se schválenou „Strategií rozvoje smart grids“, ve které jsou definovány základní cíle a směry společnosti v oblasti rozvoje distribuční soustavy v časovém horizontu do roku 2040 směrem k chytrým (smart) distribučním sítím, buduje dostatečně robustní, spolehlivou a flexibilní komunikační infrastrukturu postavenou na optických sítích a sítích mobilních operátorů.

Výstavba a rozvoj komunikačních technologií ve vlastnictví EG.D je základní podmínkou pro implementaci nových technických prvků, technologií a opatření pro naplnění požadavků na rozvoj chytrých sítí, který je plně v souladu se schválenou „Aktualizovanou státní energetickou koncepcí“ a vytváří tak platformu pro naplnění cílů definovaných v Národním akčním plánu pro chytré sítě.

Na vybraných venkovních VN sítích dojde k vybudování optické infrastruktury. Ke všem kabelovým sítím VN jsou přikládány chráničky, které umožní v budoucnu jednoduché doinstalování optiky. Hlavní důraz je, mimo technických parametrů, kladen především na flexibilitu těchto sítí, kybernetickou a fyzickou bezpečnost všech jejích komponentů a vysokou míru dostupnosti i v krizových situacích. Tam, kde nebude k dispozici optická infrastruktura, se i nadále počítá s komunikací pomocí sítí mobilních operátorů (např. dálkově ovládané spínače).

Aktuálně je dokončena výstavba páteřní optické sítě tak, že všechny distribuční transformovny 110/22 kV mají zajištěnou konektivitu ze dvou nezávislých směrů.

#### Cíle pro následující roky:

- postupné vybudování přístupové optické sítě s maximálním využitím stávající distribuční infrastruktury na vybraných venkovních sítích VN a koridorech distribučních sítí;
- zajištění konektivity pro všechny spínací stanice VN/VN a vybrané distribuční stanice (DTS) v obcích a městech s více jak 500 obyvateli.
- Přiložení optotrubíček ke všem kabelům na hladině nn, které umožní jednoduché zafouknutí optiky v budoucnu
- osazení všech DTS univerzálním monitorem s komunikací (optika, LTE)
- zvýšení počtu dálkově ovládaných stanic (VN/VN, DTS) na území Brna ze 60 v roce 2024 na 180 do roku 2030

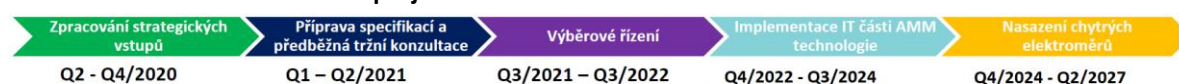
Samotná realizace přístupové optické sítě bude probíhat po etapách v souladu s investičním plánem a s ohledem na úspěšnost a rychlost legislativního projednávání.

Značná pozornost je také věnována pilotním projektům souvisejících s problematikou inteligentních sítí. Některé z nich jsou stručně představeny v následujících odstavcích.

#### PROJEKT CHAMMELEON

V tomto projektu jde o instalaci chytrého měření (AMM) pro 400 tisíc odběrných míst (OM) na základě legislativního požadavku. Bude se týkat firem a domácností, které mají roční spotřebu elektřiny nad 6 MWh – což jsou zpravidla domácnosti, které topí elektřinou. Kromě těchto OM se nasadí smartmetry i na vybraná dvoutarifní OM. Samotná instalace chytrých elektroměrů začne v druhém pololetí roku 2024. Celkově bude osazeno 27 % všech OM do konce roku 2027.

**Obrázek 17: Časové schéma projektu Chammeleon**



#### Řízení sítě NN

Osazení několika distribučních trafostanic v mřížové síti v centru Brna měřením na straně NN s následným přenosem dat do dispečerského řídicího systému. Cílem projektu je získat praktické zkušenosti s dispečerským řízením sítí NN.



### 1.3.3 | Rozvoj inteligentních sítí SMB

Inteligentní sítě jsou v dnešní době tématem, o kterém se mluví stále častěji. Vznik inteligentních sítí však provází problémy ať v oblasti technické, ale převážně v oblasti finanční. V současné době v městě Brně nejsou provozovány žádné inteligentní sítě. Do budoucna je počítáno s projektem, kdy se plánuje větší využití inteligentních sítí. Jedná se o pilotní projekt nové chytré čtvrti Špitálka, která má vzniknout po roce 2027. Tento projekt je zahrnut do programu RUGGEDISED. Zapojením do tohoto projektu se má dosáhnout toho, aby město Brno bylo městem, které chytře, smysluplně a šetrně využívá moderní technologie a přístupy vedoucí ke zkvalitnění života v něm, k jeho efektivnějšímu řízení, k zachování přírodních zdrojů a energetické udržitelnosti.

V rámci rozvoje těchto chytrých sítí by se město Brno rádo zapojilo, včetně městských firem a partnerů z okolních lokalit, kteří se zapojí dobrovolně. Inteligentní sítě by měly být implementovány do oblasti energetiky a komunikačních sítí. Implementace by měla být přínosem jak v oblasti finanční, tak v oblasti sociální.

#### TECHNICKÉ SÍTĚ BRNO

Technické sítě Brno jsou s aplikací inteligentních sítí ve fázi vývoje, úvah a zjišťování. V nynější době se snaží řídit veřejné osvětlení, kdy dispečink zkouší rozsvítit určitou oblast – cílem zavádění je komunikace s daným svítidlem a možnost ho řídit. Jak již bylo výše zmíněno, důležitým faktorem pro zavádění inteligentních sítí jsou finance, a to jak na samotný výzkum, tak i na provoz, kde je potřeba software, licenční klíče atd. V rámci veřejného osvětlení by ztrácelo význam zavádět pouze inteligentní sloupy veřejného osvětlení, jelikož by náklady na provozování a nákup těchto sloupů byly daleko větší než nyní. Aby mělo zavádění inteligentních sítí v oblasti veřejného osvětlení význam, musela by být zavedena jedna datová platforma pro celé město. Do tohoto projektu by měly být zainteresovány všechny městské firmy. Inteligentní sloupy veřejného osvětlení by tedy měly mít možnost měření emisí CO<sub>2</sub>, měření teploty, dále by do těchto sloupů měly být zabudovány vysílače wifi signálu, hlásiče hustoty dopravy, vlhkosti, zapojení kamer a inteligentních sítí pro parkování.

V rámci dopravního podniku je snaha o rozvoj chytrých zastávek.

Při rozvoji inteligentních sítí v této oblasti je potřeba najít společnou cestu všech dotčených institucí, které by mohly dané sítě využívat. Dále je potřeba zhodnotit finanční stránku věci a najít správnou koncepci.

## 1.4 | Bezpečnost zásobování elektrickou energií

### DEFINICE PRVKŮ KRITICKÉ INFRASTRUKTURY

V oblasti elektroenergetiky se prvky kritické infrastruktury definují pro výrobní elektřiny, přenosovou soustavu a distribuční soustavu. Podle definic v nařízení vlády se území města Brna týkají následující záležitosti:

- V případě výroby elektřiny jde o vedení pro vyvedení výkonu a zabezpečení vlastní výroby elektřiny a dispečink výrobce elektřiny. Ostatní typy prvků kritické infrastruktury v oblasti výroby se města Brna netýkají (výrobní od 500 MWe nebo výrobní poskytující podpůrné služby od 100 MWe).
- V případě přenosové soustavy jde z hlediska území města Brna spíše jen o okrajovou záležitost – přes některá katastrální území prochází v několika krátkých úsecích vedení přenosové soustavy 400 kV i 220 kV, na území Brna na nich ale nejsou stanice, ani se zde nenachází dispečink provozovatele přenosové soustavy. Nicméně je žádoucí připomenout, že z hlediska dostupnosti elektrické energie má město Brno dobrou pozici v tom, že distribuční vedení 110 kV pro zásobování Brna jsou napájena ze dvou různých rozvodů přenosové soustavy – uzlových bodů Sokolnice a Čebín.
- V případě distribuční soustavy patří mezi prvky kritické infrastruktury všechny rozvodny 110 kV / 22 kV a k nim příslušející vedení i dispečink provozovatele distribuční soustavy.

### PODROBNĚJŠÍ POPIS A HODNOCENÍ PRVKŮ KRITICKÉ INFRASTRUKTURY

V oblasti **výroby elektřiny** lze za kritickou infrastrukturu považovat vedení pro vyvedení výkonu a zabezpečení vlastní spotřeby výrobní elektřiny a dále dispečink výrobce elektřiny. Jmenovitě se jedná o následující:

- Pro vyvedení výkonu z provozu Červený mlýn (Cimburkova 4, 612 00 Brno) jde o kabelové vedení 110 kV č. 5055 do rozvodny EG.D Medláňky a kabelové vedení 110 kV č. 5053 do rozvodny EG.D Příkop. Obě uvedená vedení jsou ve vlastnictví distributora, tedy EG.D.
- Pro vyvedení výkonu z provozu Špitálka (Špitálka 6, 658 15 Brno) jde o venkovní vedení 110 kV č. 5542 zaústěné do rozvodny Zbrojovka (odtud pokračuje jako 5541 do uzlové rozvodny Husovice), dále o dvojité venkovní vedení 110 kV č. 510 a 513 do uzlové rozvodny Komárov a dále o kabelové vedení 110 kV do rozvodny Opuštěná. Všechna uvedená vedení jsou ve vlastnictví distributora, tedy EG.D.
- Pro vyvedení výkonu z provozu Brno-sever (Obřanská 60, 614 00 Brno) jde o dvojité venkovní vedení 110 kV č. 5547 a 5548 do uzlové rozvodny Husovice, jde o vedení EG.D.
- Pro vyvedení výkonu z provozu spalovna společnosti SAKO Brno, a.s. (Jedovnická 2, 628 00 Brno) jde o kabelové vedení 22 kV EG.D do rozvodny 110 kV Černovice. Tato přípojovací kabelová vedení ale nejsou v majetku EG.D.
- Dispečinky výrobců elektřiny – jsou umístěny přímo na jednotlivých výše uvedených provozech.

V oblasti **přenosové soustavy** jde za kritickou infrastrukturu považovat krátké úseky vedení přenosové soustavy. Jmenovitě se jedná o následující:

- Vedení 400 kV č. 423 přes katastrální území Chrlice a přes katastrální území Bosonohy.
- Vedení 220 kV č. 203 a č. 207 přes katastrální území Chrlice.

V obou případech se jedná jen o dílčí úseky, kde trasa uvedených vedení zasahuje do území Brna, nejsou zde žádná jiná zařízení ani napojení na distribuční soustavu. Nejbližší stanice jsou uzlové rozvodny Sokolnice (transformace 400 kV / 220 kV, 400 kV / 110 kV a 220 kV / 110 kV) a Čebín (transformace 400 kV / 110 kV), které leží mimo území Brna. Nicméně jejich poloha zajišťuje, že distribuční síť 110 kV v oblasti Brna má dvě nezávislá

připojení na přenosovou soustavu, což lze považovat z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti zásobování za velice významné.

V oblasti **distribuční soustavy** lze za kritickou infrastrukturu považovat všechna vedení 110 kV a všechny stanice s transformací 110 kV / vn a dále dispečink provozovatele distribuční soustavy. Jmenovitě se jedná o následující:

- Vedení 110 kV č. 5554, 5553, 5552, 5558, 5556, 5557, 5549, 514, 515, 5544, 5543, 5561, 528, 539, 522, 521, 5547, 5548, 5541, 5542, 510, 513, 5055, 5053, 5052, 5051, 5545. Jedná se o všechna vedení, která tvoří okruh kolem města Brna, vedení vedoucí do rozvodn uvnitř města a vedení do ostatních částí sítě EG.D včetně těch, která směřují ke stanicím přenosové soustavy. Na území města Brna se nacházejí ještě vedení 5532, 5531, 5059, 5559, 5560. Jedná se o radiální vedení, která vedou k přímo napájeným odběratelům (Královopolská strojírna, Slévárna Horní Heršpice a Zetor). Do okruhu linek 110 kV patří i linka č. 537 Sokolnice – Slavkov u Brna, ta se ale nenachází na území Brna.
- Rozvodny Medlánky, Bohunice, Moravany, Komárov, Černovice, Líšeň, Husovice, Brno-sever, Zbrojovka, Teplárna Brno, Červený mlýn, Příkop a Opuštěná. V uvedených uzlech je buď transformace 110 kV / 22 kV nebo připojení výroby. Ostatní rozvodny 110 kV jsou určeny jen pro přímé odběratele (viz minulý odstavec) nebo pro napájení železniční trakce (TT Modřice).

## 1.5 | Analýza plánovaného rozvoje elektrizační soustavy

### DISTRIBUČNÍ SOUSTAVA

Nadzemní vedení 110 kV tvoří okružní síť kolem celého města. Část vedení 110 kV je provedena jako podzemní (kabelové), a to jako vedení uložené v terénu nebo v primárních a sekundárních kolektorech.

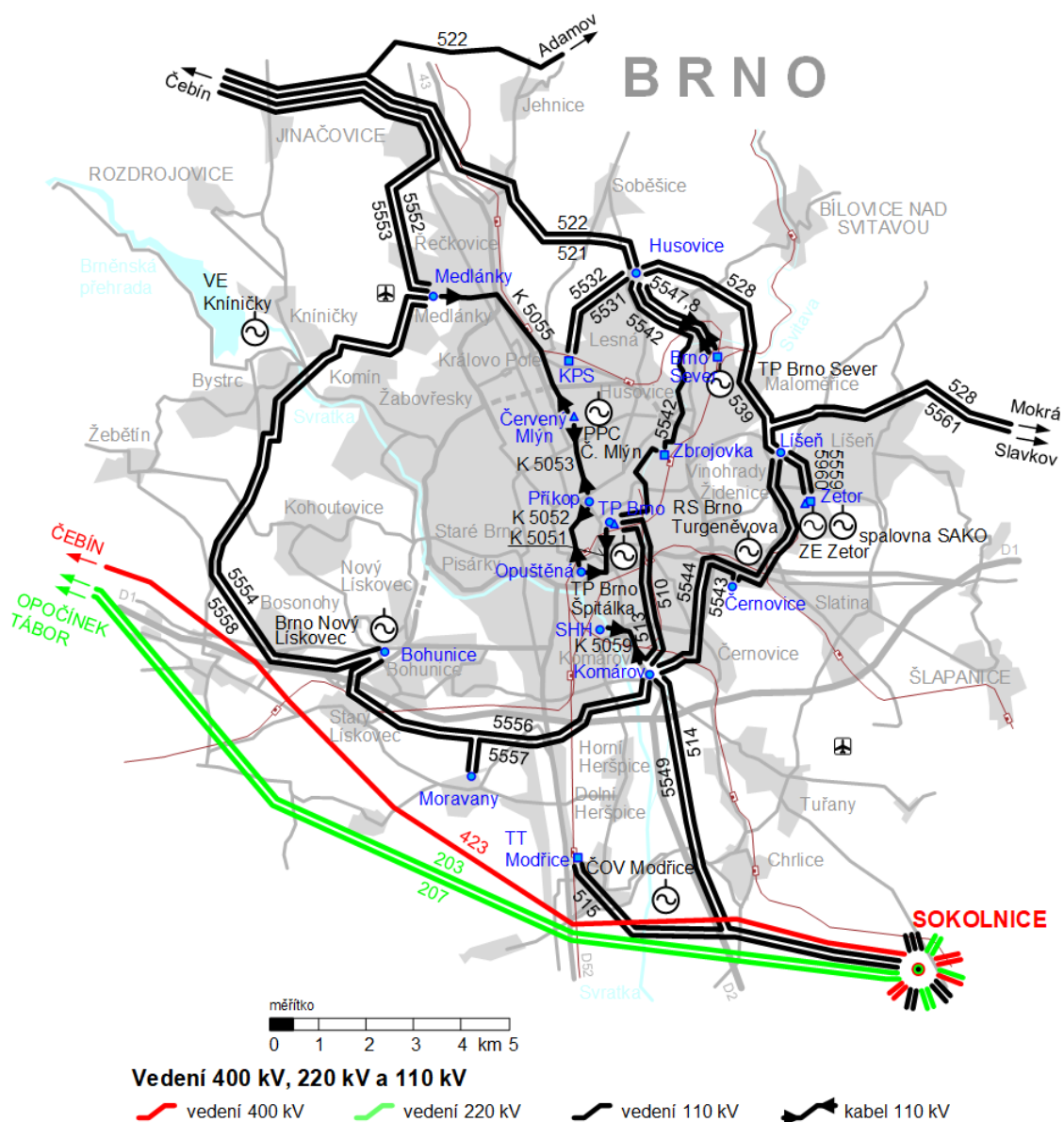
Z distribučních transformoven 110/22 kV je napájena distribuční síť 22 kV, která napájí jednak odběratele ze sítě vysokého napětí (zde 22 kV), jednak distribuční transformovny 22/0,4 kV, které pak dále napájí distribuční síť nízkého napětí 0,4 kV pro napájení odběratelů ze sítě nízkého napětí 0,4 kV.

Zvláštní kapitolu tvoří odběratelé ze sítě 110 kV v provozování lokálních distributorů. Transformovny jsou umístěny ve víceméně uzavřených průmyslových areálech. Jejich rozvodny 110/22 kV jsou napájeny ze sítě 110 kV, transformace bývá běžně 110/22/6 kV a prostřednictvím lokálně distribučních rozvodů 22 a 6 kV uvnitř areálů napájí průmyslovou výrobu a služby v omezeném území.

Další samostatnou kapitolou jsou trakční napájecí stanice, které jsou napojeny na síť 110 kV a napájí elektrifikovanou železnici.

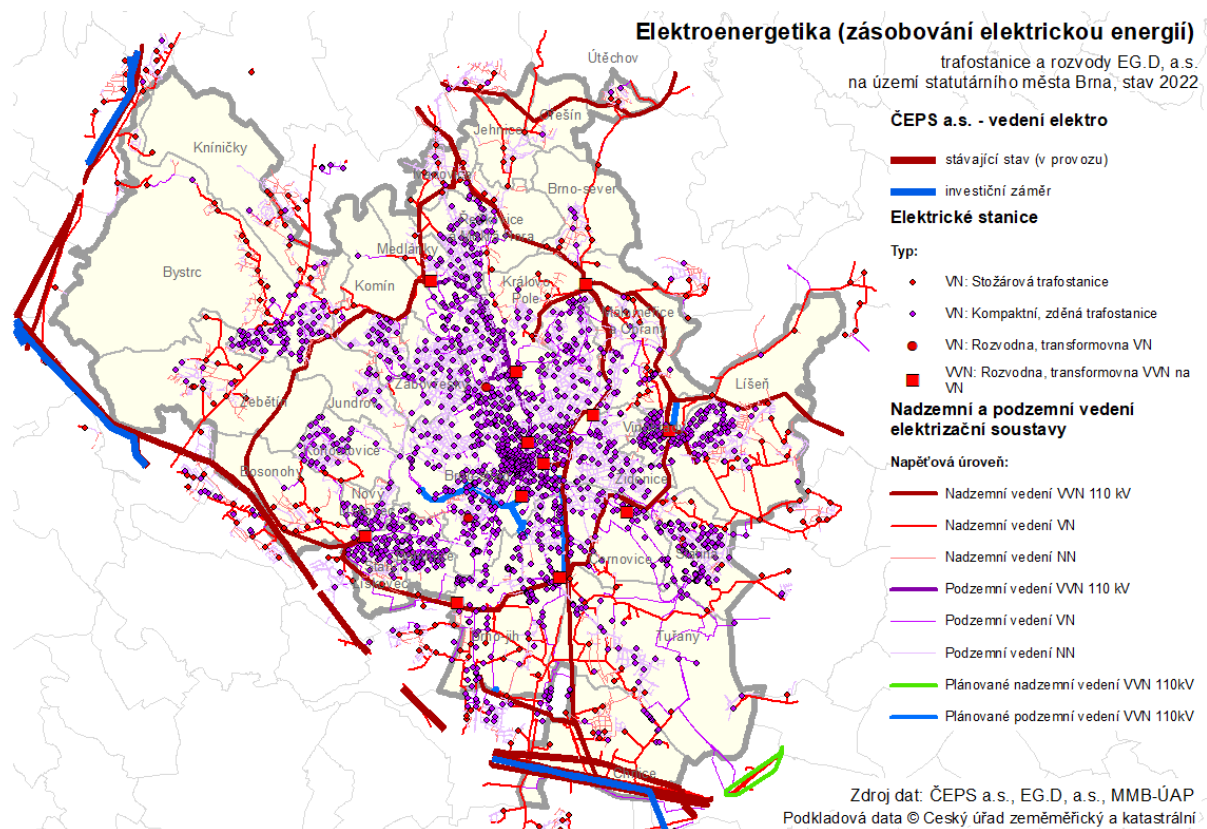
Poslední samostatnou kapitolou jsou transformovny CML (Ponava) a VMA (Maloměřice), které slouží k vyvedení výkonu z výroben elektrické energie z teplárenských provozů do distribuční sítě 110 kV. Totožnou funkci plní část BNT (Zábrdovice, ul. Špitálka).

Obrázek 18: Schéma sítí 400, 220 a 110 kV EG.D, a.s., na území Statutárního města Brna, stávající stav



Zdroj: EGÚ Brno, a. s.

Obrázek 19: Síť elektrického vedení na území města Brna, stav 2022 a návrh



#### TRENDY A VÝHLEDY

Zatížení distribuční sítě jako celku na území statutárního města Brna má neustále vzestupnou tendenci. Toto je způsobeno jak rozvojem města, tak soustavným navyšováním komfortu budov pro bydlení a služby (chlazení a klimatizace), a v neposlední řadě pak také stále narůstajícími energetickými nároky zařízení informačních technologií.

Distribuční soustava na území statutárního města Brna tvoří součást kritické infrastruktury města se zpřísněnými standardy v souladu s charakterem území a jeho citlivostí na případné výpadky distribuce. Hlavními trendy jsou zvýšení kvality a spolehlivosti dodávek elektrické energie s využitím moderních technických prostředků a s důrazem na dodržení přehlednosti a bezpečnosti provozu sítí, rozvoj chytrých sítí (tzv. Smart Grid).

V dokumentu Strategie Brno – Vize 2050 je vytyčen cíl zvýšení místních obnovitelných zdrojů na energetickém zásobování města z 5 na 50 až 70 % z konečné energetické spotřeby města v roce 2050. Těchto cílů by mělo být dosaženo především dalším zvýšením využívání biomasy všech forem (podílí se na růstu z více než 70 %), dále fotovoltaikou a fototermikou (cca 10 % podíl), tepelnými čerpadly (cca 7 %), vodními elektrárnami (4 %) a zbývajícími zdroji.

#### OBNOVA SÍTĚ A PLÁNOVANÝ ROZVOJ

Stávající podzemní vedení VN na území města Brna je již z cca 75 % starších než 30 let. Tyto kabely jsou průběžně postupně rekonstruovány. Nadzemní vedení 22 kV jsou na území města Brna vesměs v dobrém stavu. S ohledem na rozvoj v okrajových částech Brna, a to hlavně na jihu města, jsou venkovní vedení 22 kV postupně likvidována a nahrazována kabelovými vedeními 22 kV. Projevuje se potřeba budovat v okrajových částech Brna poměrně dlouhé kabelové vývody 22 kV z napájecích uzlů (transformoven 110/22 kV) do místa spotřeby.



Na základě výsledků výpočtů chodu sítě 110 kV a s ohledem na stávající konfiguraci sítě 110 kV, včetně předpokládaného nárůstu zatížení oblasti brněnské aglomerace, je prioritou posílit vzájemné vazby 110 kV mezi uzlovými oblastmi Čebín a Sokolnice a to posílením stávajících vedení 2x110 kV vycházejících z R Čebín (směr R Husovice) a R Sokolnice (směr Líšeň) posílením průřezů vedení na AlFe 450mm<sup>2</sup>. Ve vazbě na předpokládaný nárůst zatížení oblasti brněnské aglomerace je v rámci dlouhodobého rozvoje DS 110 kV EG.D v horizontu období do r. 2050 nutná realizace dalšího napájecího vedení 2x110 kV z uzlové rozvodny 110 kV Sokolnice směr R Bohunice (s využitím koridorů stávajících vedení 110 kV, vedení 220 kV a 400 kV).

Dalším významným zásahem do konfigurace DS 110 kV v oblasti vedení je vybudování nového kabelového vedení 110 kV zajišťující propojení stávajících rozvodů Slévárna H. Heršpice a R Opuštěná (r. 2030).

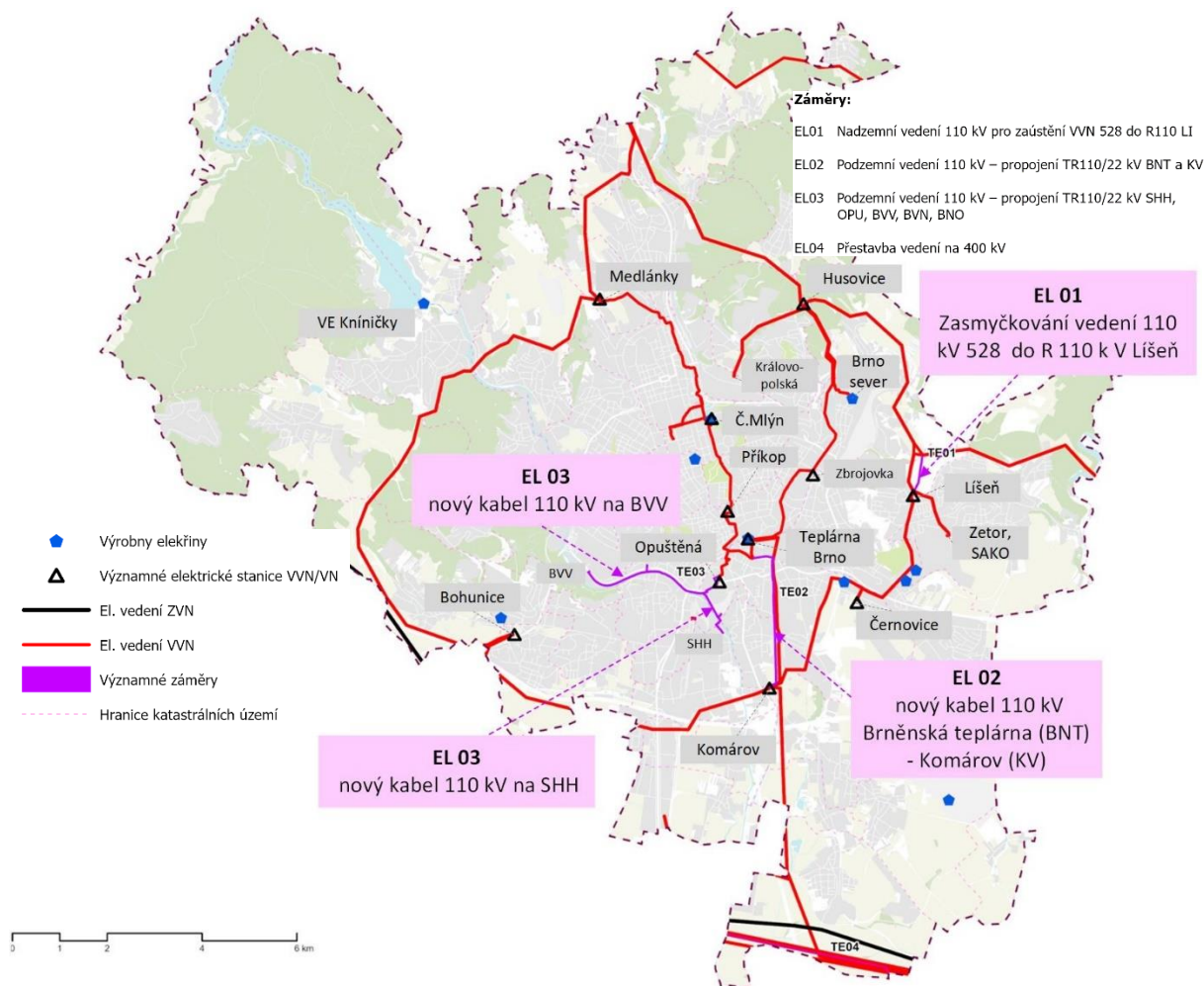
V oblasti TR110/22 kV je v současné době (2024-2025) realizována přestavba stávající spínací stanice 22 kV Brno-sever (BNS), která je nejdůležitější a také nejzatíženější spínací stanicí 22 kV v Brně, na transformovnu 110/22 kV. Dalším záměrem je výstavba nové distribuční transformovny 110/22 kV v lokalitě Bystřec/Komín (r. 2030+). V delším časovém horizontu je pak snahou realizovat transformovnu 110/22 kV v lokalitě Zbrojovky Brno, kterou čeká v nejbližších letech kompletní revitalizace, dále pak realizace nových transformoven 110/22 kV v lokalitách Brno jih (městská část Chřlice v prostoru stávající ČOV Modřice) a v lokalitě jižní centrum (lokalita BVV, prostor nového železničního uzlu Brno). V jihozápadní části města Brna je v lokalitě Bosonohy dále plánována nová TR110/22 kV v k.ú. Bosonohy.

Rozvoj sítě 22 kV je důležitý především s naplňováním požadavků odběratelů na rezervaci příkonů a optimalizací sítě, ale také v souvislosti s očekávaným rozvojem elektromobility, a tedy i tlakem na zvyšování počtu veřejných nabíjecích stanic.

#### Schéma sítě 400, 220 a 110 kV EG.D, a.s., na území Statutárního města Brna, výhled



Obrázek 20: Páteří síť elektřiny, záměry, Statutární město Brno



Zdroj: EG.D, ČEPS, EGÚ Brno

## Komentář k záměrům:

- Transformovna 110/22 kV Jižní centrum bude sloužit k posílení distribuční sítě 22 kV v oblasti Jižního centra pro napájení rozvojových lokalit. Z časového hlediska však budou upřednostněny jiné transformační stanice.
- R22 kV Brno Bohunice, rekonstrukce transformovny v letech 2022-2023
- Přestavba TR 110/22 kV Brno-sever (Klusáčkova) v letech 2024-2025. K napájení TR Brno-sever ze sítě 110 kV bude využito nejbližší vyskytující se kabelové podzemní vedení 110 kV (V5053), propojující teplárnu Červený mlýn s TR Brno Příkop.
- Výstavba nové TR 110/22 kV Brno Bystrc/Komín včetně kabelového vedení VN směr MČ Bystrc, výhled po roce 2025
- Výstavba nových TR 110/22 kV Zbrojovka, Modřice (ČOV), Jižní centrum, Bosonohy
- Nová odběratelská TNS 110/VN Brno Černovice (SŽ)
- Nová VR Tuřany letiště a nové kabelové vedení včetně propojení, realizace v roce 2026
- Nová VR Karásek (Řečkovice), realizace plánována v roce 2026



## 1.6 | Problematika krizových situací při zásobování elektrickou energií a předcházení těmto situacím

### MECHANISMY OBRANY DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

V případě destabilizace chodu distribuční soustavy, kdy hrozí reálné riziko vzniku stavu nouze, může provozovatel DS učinit následující kroky:

- vyhlásit výstražný stupeň v rámci opatření pro předcházení stavu nouze
- omezit spotřebu elektřiny
  - automaticky podle frekvenčního plánu
  - technickým dispečinkem:
    - podle regulačního plánu stupně 1
    - podle vypínacího plánu
    - operativním vypnutím části zařízení
    - použitím volných výrobních kapacit
    - omezením dodávaného výkonu

Soubor těchto možných opatření se označuje jako předcházení stavu nouze distribuční soustavy.

V případě vyhlášení stavu nouze může distributor využít stejných kroků k udržení dodávek a dále může použít regulační stupně 1 až 7.

Právní podklad k těmto úkonům je popsán ve vyhlášce č. 80/2010 o stavu nouze v elektroenergetice a o obsahových náležitostech havarijního plánu. Zde jsou jednotlivé mechanismy detailně popsány.

### OBNOVA ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY

V případě rozpadu elektrizační soustavy, tzv. Blackout, je povinen provozovatel přenosové soustavy (ČEPS, a.s.) obnovit dodávky el. energie. Pro tento stav má ČEPS, a.s. tzv. Plán obnovy po poruše typu „black-out“ (dále jen Plán obnovy), který definuje opatření a postupy pro obnovu integrity sítě a napájení odběratelů v případech, kdy došlo k úplnému nebo částečnému rozpadu soustavy. Plán obnovy, související problematiky a náležitosti v této oblasti jsou zpracovány do Provozních instrukcí provozovatele přenosové soustavy ČEPS, a.s. Výše zmiňované provozní instrukce přenosové soustavy kromě jiných určují priority při obnově soustavy po poruše typu Black-out, definuje hlavní zásady při obnově soustavy a popisuje možné způsoby této obnovy.

**Tyto instrukce stanovují priority obnovy napájení po black-outu:**

1. pokrytí vlastní spotřeby JE Temelín a Dukovany
2. pokrytí vlastních spotřeb systémových klasických elektráren jako jsou: Tušimice, Pruněřov, Chvaletice, Počerady, Mělník 3, Ledvice, Paroplynová Vřesová, Tisová II a Dětmárovice, tím budou tyto zdroje postupně navyšovat svůj výkon v závislosti na narůstající spotřebě při opětovné obnově přenosové soustavy
3. obnova dodávek el. energie pro hl. m. Prahu
4. obnova dodávek el. energie ostatních velkých městských aglomerací, jako je Brno, Ostrava, Plzeň, Olomouc atd.
5. ostatní spotřebitelé

Před zahájením obnovy soustavy po Black-outu je potřeba postupovat následujícím způsobem: zjistit rozsah a dle možnosti příčinu poruchy, ověřit a dle potřeby zajistit napájení vlastní spotřeby jaderných elektráren a teprve

potom zahájit obnovu soustavy dle výše priority. Délka obnovy závisí na mnoha faktorech. Poměrně málo z těchto faktorů jsme schopni spolehlivě predikovat. V případě města Brna to reálně znamená až týden bez dodávek elektrické energie. Což bude mít za následek postupný kolaps celé infrastruktury zásobování města, telekomunikace, řídicích systémů apod. Navíc zde platí pravidlo, že čím je délka trvání výpadku větší, tím déle trvá opětovná obnova elektrizační soustavy. Je to dáno i tím, že velké výrobní bloky el. energie mají po odstavení pomalý nájezd na jmenovité parametry, a to zejména ze studeného stavu.

#### OBNOVA DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY Z NADŘÁZENÉ PŘENOSOVÉ SOUSTAVY

Obnova napětí z přenosové soustavy přes transformaci 400/110kV Sokolnice, Čebín, nebo přes transformaci 220/110kV Sokolnice je pro distribuční soustavu i v oblasti Brna prioritou. S ohledem na možné velké časové prodlevy je zpracovávána záložní možnost obnovy dodávky alespoň pro část odběratelů ze zdrojů připojených do distribuční soustavy při využití schopností ostrovních provozů a startu zdrojů ze tmy.

V takto vzniklých scénářích rozsáhlých poruch v ES se uvažuje obnova dodávky z přenosové do distribuční soustavy za spolupráce dispečinku provozovatele přenosové soustavy ČEPS, a.s., dispečinků provozovatelů distribučních soustav (EG.D., ČEZd, PREDi) a provozovatelů elektráren, při využití jejich disponibilního výkonu. Nevylučuje se možnost postupného fázování ostrovních provozů vzniklých v distribuční soustavě s napětím podaným z přenosové soustavy, pokud to technické podmínky umožní.

#### OSTROVNÍ PROVOZ Z POHLEDU KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ

Smyslem opatření je vytvořit krizový ostrovní provoz pomocí zdrojů nacházejících se přímo ve městě Brně nebo v jeho okolí, který bude schopen provozu do doby, než se podaří obnovit nadřazenou přenosovou soustavu. Tímto způsobem bude možné částečně obnovit dodávky elektrické energie v mnohem kratším čase.

O potřebě zajistit napájení SMB během krizových situací se dlouhodobě diskutuje. Riziko přírodních katastrof se zvyšuje (např. tornáda na jižní Moravě). V důsledku probíhajícího konfliktu na Ukrajině je vnímáno riziko blackoutu a potřeby přípravy na obnovu napájení Brna daleko výrazněji.

Poslední cvičení k obnově zásobování SMB elektrickou energií se konalo v roce 2013. Od předešlého hodnocení (ÚEK SMB 2018) se učinily některé malé kroky, ale z hlediska obnovy napájení Brna po blackoutu se reálně mnoho nezměnilo. Současný stav obnovy napájení elektřiny pro Brno je dále založen na přenosové síti a zdrojích mimo SMB připojených přes distribuční síť EG.D. Žádný z lokálních zdrojů v Brně není v současnosti schopen startu ze tmy, chybí iniciační zdroje a pro jejich start je nutné podání napětí z lokalit mimo území města Brna. Konkrétně se jedná o VE Vír a VE Vranov nad Dyjí, které mají dieselgenerátor (DG) a jsou schopny startu ze tmy. V minulosti bylo prakticky vyzkoušeno podání napětí jak z VE Vranov, tak VE Vír po vyděleném vedení do Brna. Nicméně využití zdrojů pro obnovu napájení mimo území města Brna je vnímáno jako rizikové jak z pohledu dostupnosti síťové infrastruktury (délka vedení a jeho kapacita, která při provozu zdroje způsobuje samobuzení), tak z pohledu jejich dostupnosti pro krizové řízení (velká vzdálenost při obnově napájení znamená složitější komunikaci, „poskládání“ přenosové cesty a problémy s nízkým zatížením takto provozovaného vedení 110 kV). VE Vranov je navíc stanovena jako záložní zdroj pro start ze tmy pro JE Dukovany, což její praktické užití pro potřeby Brna výrazně omezuje.

V současnosti je na území města Brna pouze jeden zdroj použitelný pro start ze tmy a ostrovní provoz, u kterého byla tato schopnost prakticky ověřena, a to je SAKO Brno. Zdroj však nemá svůj vlastní primární zdroj pro jeho start, je proto potřeba dodat napětí z jiného zdroje.

Na provozu TB Špitálka je realizována výroba tepla kombinovaným způsobem při současné výrobě elektřiny na protitlakých turbínách. Zdroj má vynucený odběr tepla, není tedy vhodný přímo pro obnovu napětí po blackoutu.

Na provoz TB Červený mlýn (ČML) je instalován paroplynový zdroj, jehož palivem je zemní plyn. Plynová spalovací turbína pohání generátor o jmenovitém výkonu 71 MW, zbývající teplo ze spalin může být využito ve spalínovém kotli pro dodávku tepla a výrobu elektřiny v parní turbíně. V případě potřeby je možné spalovací turbínu a její generátor provozovat samostatně. V současnosti není v areálu ČML nezávislý zdroj pro nastartování spalovací turbíny ve stavu bez vnějšího napájení. Ostrovní provoz, jeho stabilita a chování při změnách zatížení a konfigurace sítě nebyly zatím na provoz ČML prakticky vyzkoušeny.

V lokalitě Brno-Sever bude vybudován nový teplárenský zdroj spalující biomasu o jmenovitém elektrickém výkonu 10 MW. Pro provoz při startu ze tmy, a tedy bez dodávky tepla do horkovodní sítě, je tento zdroj vzhledem k typu instalované turbíny nevhodný. Pokud by ale po stabilizaci ostrovního provozu byl v provozu s dodávkou tepla, je jeho výhodou, že bude spalovat biomasu, a nikoliv zemní plyn, který může být potenciálně nedostatkový.

V Brně v síti vn jsou dále provozovány zdroje v řádu jednotek MW, celkem jde o 5,9 MW instalovaného výkonu. Jedná se zejména o VE Kníničky, BPS Modřice a RS Turgeněvova. Tyto zdroje leží hluboko v síti vn a v současnosti je není možné vyvést odděleně od odběrů po trase. Vzhledem k velikosti těchto zdrojů je jejich využitelnost pro samotný start ze tmy pro potřeby celého Brna velmi omezená. Tyto zdroje mohou přispět ke stabilitě ostrovního provozu po jeho vzniku.

Všechny FV systémy nad 11 kW instalovaného výkonu musí splňovat nařízení EK RFG 2016/631, tedy nekomplikovat najíždění sítě po blackout (dle definic příslušného nařízení jde o skupiny A2, B1 a B2). V rámci PPDS je stanoveno, jakým tempem je možné po obnovení frekvence a napětí v síti začít dodávat elektřinu z FVE do sítě. Pokud je fotovoltaická elektrárna napojena na bateriový systém, může v této konfiguraci fungovat lokálně v ostrovním režimu. Využít tyto baterie jako zdroj v rámci obnovování sítě není možné. Předně jsou vždy zapojeny do sítě nn a jejich výkon není zdaleka tak velký, aby byl při obnově sítě využitelný, zadruhé střídače připojí systém k venkovní síti až v případě, kdy jsou frekvence a napětí v síti stabilní.

#### OPATŘENÍ SMĚŘUJÍCÍ K SAMOSTATNOSTI MĚSTA BRNA PRO START ZE TMY

V roce 2021 došlo k aktualizaci prioritních odběrů P1 a P2 v Brně z původních 72 MW na novou velikost 52 MW. Do skupiny P1 náleží celkem 8 lokalit se sumárním odběrem 21,2 MWe, jedná se o nemocniční areály, provoz distributora včetně dispečinku, teplárnu Špitálka a dvě čerpací stanice pohonných hmot. Ve skupině prioritních odběrů druhé úrovně P2 je 12 lokalit se sumárním odběrem 30,5 MWe – jedná se o další čerpací stanice, složky IZS, další nemocniční objekty a objekty vodárenské infrastruktury.

Provozovatelem distribuční soustavy je udržován v dispečerském řídicím systému přehled prioritních odběratelů s jejich aktuálním zapojením do distribuční soustavy EG.D. Je vypracován podrobný postup pro zajištění napájení každého prioritního odběru po vyčleněných stávajících vedeních 110 a 22 kV. Tento stav je aktualizován. Nezbytně dle informací ze strany zástupců města Brna je neustále udržovat tyto postupy a instrukce aktuální. Pro zvýšení spolehlivosti ve formě investic do zařízení distribučních sítí, nebo jiných opatření, by bylo vhodné najít legislativní cestu vedoucí k nastavení podmínek financování těchto kroků ze strany Města Brna.

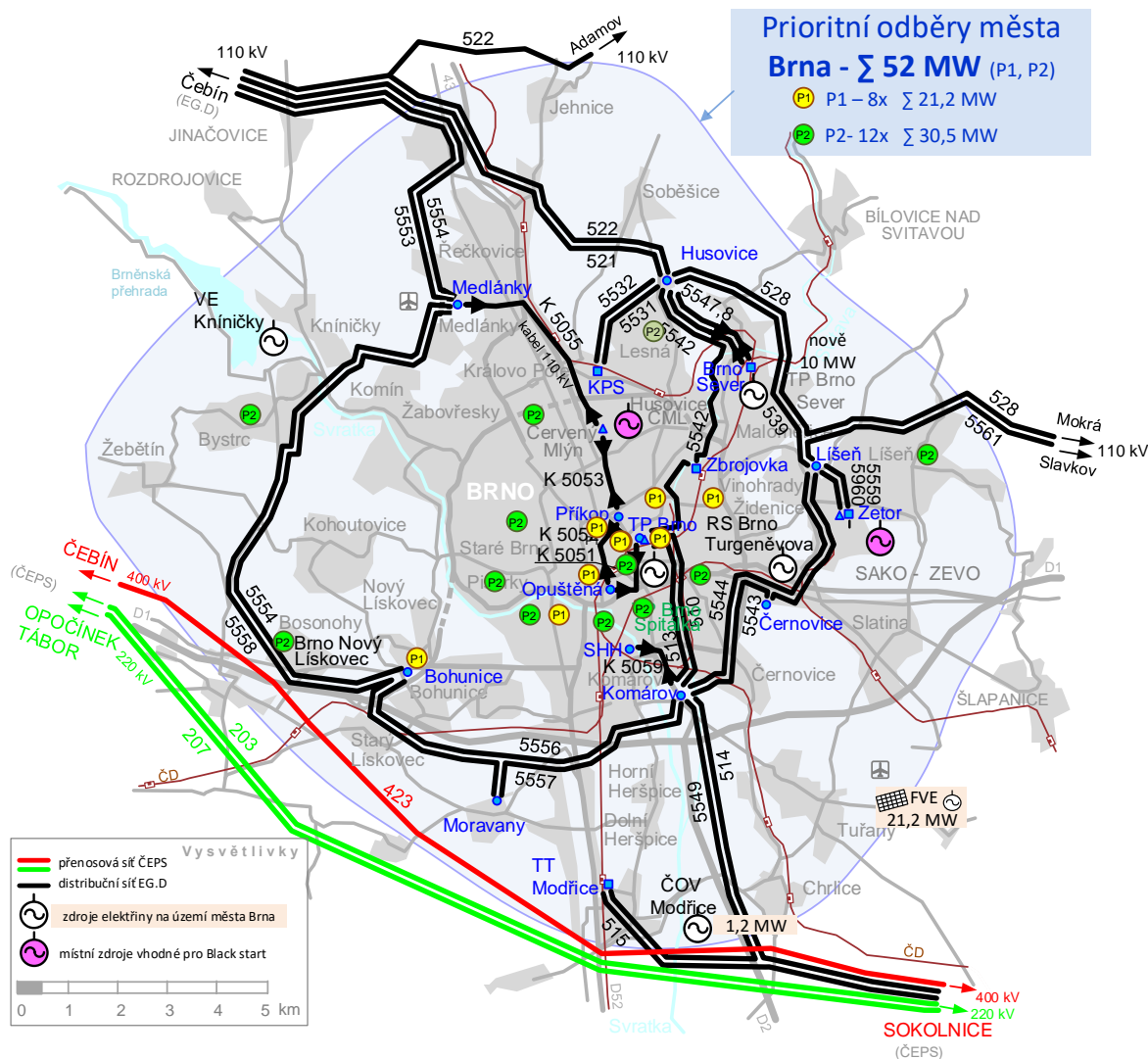
Zásobování prioritních odběrů bez využívání zemního plynu v případě jeho nedostatku je v současnosti možné jen na úrovni celého JMK (není realizovatelné na úrovni Brna), ale nemůže být zcela garantováno.

Teplárny Brno v provozu Červený mlýn začaly s realizací konkrétního projektu instalace bateriového uložistiště (4 MW/4 MWh) pro služby výkonové rovnováhy. Instalovaný výkon i kapacita uložistiště by postačovaly pro nastartování spalovací turbíny, pokud ale nebudou baterie v době potřeby startu ze tmy dostatečně nabity (vzhledem k poskytování SVR), nelze je pro start turbíny využít. Zároveň mají Teplárny Brno v Červeném mlýně zpracovánu studii na DG 400 kW pro bezpečné dochlazení spalovací turbíny a parní turbíny, (není však zatím v investičním plánu). Velikostně sama spalovací turbína, která může jet samostatně bez dodávek tepla, stačí na

potřebu obou skupin prioritních odběrů P1 a P2. Pro přímý start spalovací turbíny by ale byl potřeba další nový DG o velikosti cca 2 500 kW.

Společnost SAKO Brno má zpracovávánu studii na dieselgenerátor o velikosti 2 400 kW, zatím však realizace není součástí investičního plánu. Velikostně sama turbína v SAKO nestačí na pokrytí prioritních odběrů P1 a P2, její elektrický výkon je 22,7 MW a suma prioritních odběrů P1 a P2 je 52 MW.

**Obrázek 21: Prioritní odběry P1, P2 na území města Brna (dle aktualizace 2021)**



#### SCÉNÁŘE OBNOVY DODÁVEK ELEKTŘINY V BRNĚ PO ÚPLNÉM BLACKOUTU

Předpokládaný výchozí stav (S0) odpovídá situaci, kdy je celé Brno naprosto bez napětí a bez dodávek elektřiny, došlo k přerušení dodávek přenosové sítě přes transformaci 400 kV / 110 kV jak v Čebíně, tak i v Sokolnicích a není předpoklad na časově blízké obnovení dodávek z přenosové sítě ČEPS (během hodin). Rovněž není možné přivést napětí do Brna ze sousedních napájecích uzlů 110 kV a baterie v ČML není dostatečně nabita pro následný start spalovací turbíny ze tmy.

Za stávajícího stavu (S1) technologií je realizován black start pomocí zdrojů mimo Brno a ostrovní provoz v Brně. V úvodní fázi startuje ze tmy VE Vír, vytváří se přenosová cesta pro podání napětí z Víru přes distribuční síť EG.D až do SAKO, které startuje a následně stabilizuje provoz spalovny v ostrovním provozu, čímž dochází k zásobování prioritních odběrů v okolí spalovny. Dále se přiměřeně rozšiřuje ostrov o prioritní odběry P1 a P2 (do velikosti

možné výroby zdroje SAKO). Dochází k podání napětí ze SAKO přes DS EG.D až do zdroje ČML, kde startuje ze tmy spalovací plynová turbína. Stabilizuje se provoz v ČML a je možné rozšíření ostrova prakticky na všechny prioritní odběry P1 a P2.

Předpokládaný nový stav od roku 2024 (S2A) počítá se spuštěním nového dieselgenerátoru přímo v SAKO Brno a rovnou rozběhu a stabilizaci provozu SAKO, další kroky potom již odpovídají scénáři S1. Alternativou rovněž od roku 2024 je nový stav (S2B), který uvažuje s dostatečným nabitím bateriového uložení v ČML, takže je možný start a rozběh spalovací turbíny. Po stabilizaci jejího provozu dochází k rozšíření ostrova na velkou část Brna pro zásobování všech prioritních odběrů a postupné připojení dalších zdrojů v Brně do ostrova.

Druhý nový stav označený S3 s uvažovaným horizontem roku 2026 předpokládá start nového dieselgenerátoru přímo v areálu ČML, pro navazující start spalovací turbíny. Po stabilizaci jejího provozu dochází k rozšíření ostrova na velkou část Brna pro zásobování všech prioritních odběrů a postupné připojení dalších zdrojů v Brně do ostrova.

Budoucí stav (S4) výhledově po roce 2035 kombinuje pro start ze tmy a vytvoření ostrovního provozu stávající velké zdroje (ČML, SAKO) a nově integrované malé zdroje (KGJ, FVE, baterie). Jako iniciační zdroj stále slouží ČML, nicméně je možné rozšíření ostrova o další prioritní odběry.

Celkové náklady na dovybavení provozů SAKO a ČML včetně všech úprav souvisejících s instalací nového dieselgenerátoru činí podle expertního odhadu 44 až 55 mil Kč.

Související prvky infrastruktury jsou výpadkem dodávek elektřiny ovlivněny následovně. Centrální zásobování Brna teplem v případě rozsáhlého výpadku napájení elektřinou není reálné. Plynárenská síť je schopna s omezeními provozu i bez napájení elektřinou. Vířský přivaděč je schopen zásobovat vodou i v případě rozsáhlého blackoutu. Provozovatel distribuční sítě je na start ze tmy plně připraven z pohledu zpracovaných postupů a nastavení řídicího dispečerského systému.

Podle časového harmonogramu by měly být projekty DG v SAKO Brno a bateriového systému v ČML zařazeny do investičních plánů a do roku 2024 proběhnout jejich instalace. Následovat by měly testy startu ze tmy provozu SAKO a poté cvičení „Blackout Brno“. Do roku 2026 pak postupné zařazení projektu DG v ČML do investičního plánu, konkrétní technické úpravy provozu a na závěr realizace a testy zařízení.

## SHRNUTÍ

Zatím tedy nedošlo k přípravě či realizaci konkrétních opatření, které by umožňovala start ze tmy přímo ze zdrojů v Brně. Cílem těchto opatření je při úplném blackoutu co nejrychleji obnovit zásobování všech prioritních odběrů v Brně (celkem 52 MW) a návazné rozšíření ostrova o další místní zdroje a odběry. Je snaha města Brno se při startu ze tmy po úplném blackoutu orientovat na iniciační zdroje přímo ve městě Brně (ne na vzdálené zdroje přes DS). Stávající vzdálenější iniciační zdroje (např. VE Vír) schopné startu ze tmy a dodávky elektřiny do Brna budou tvořit jen další úroveň zálohy. S uvedenými zdroji navíc nejsou uzavřeny smluvní podmínky pro poskytování služeb startu ze tmy ani ostrovního provozu, tudíž je negarantují. Vodní elektrárna Vranov navíc prioritně drží havarijní zálohu pro napájení vlastní spotřeby jaderné elektrárny Dukovany. Jako iniciační zdroje budou nově využity SAKO a ČML (TB), jejichž výroba elektřiny může být oddělena od dodávek tepla. Tyto zdroje budou postupně vybaveny novými dieselgenerátory umožňující jejich samostatný start ze tmy a vytvoření ostrovního provozu elektrické sítě v Brně. Kromě vlastních nových DG je třeba také dořešit některé technické úpravy vlastních zdrojů a jejich spolupráci s dispečinkem EG.D pro potřeby startu ze tmy po blackoutu.

## 1.7 | Nouzové zásobování elektrickou energií a kapalnými palivy

Obsahem územní energetické koncepce dle příslušných nařízení vlády má být posouzení množství zásob ropných paliv pro potřeby zdravotnických a sociálních zařízení, jednotlivých složek IZS, bezpečnostních sborů a také pro nezbytný rozsah kritické infrastruktury. Uvedená specifikace obsahu je definována jak ve stávajícím nařízení vlády definujícím obsah energetické koncepce (č. 349/2022), tak i v původním nařízení (č. 232/2015), na jehož základě byla sestavena koncepce minulá. Dále tuto oblast řeší zákon o ropné bezpečnosti (zákon č. 189/1999 o nouzových zásobách ropy).

V energetické koncepci města Brna z roku 2018 této problematice nebyla věnována žádná specifická část. Pro nastínění existujícího stavu lze vycházet z informací HZS města Brna. V roce 2015 proběhlo cvičení pro případ blackoutu a údajně nebylo v té době uvažováno s žádným zdrojem výroby elektřiny na ropná paliva, který by fungoval v rámci případné ostrovního provozu distribuční sítě. Do úvahy byly brány pouze brněnské místní výrobní zdroje, tedy zdroje na zemní plyn, odpady, dřevní štěpku, případně vodní elektrárny. V rámci této akce byly vytipovány subjekty ohrožené výpadky elektřiny, probíhalo to v součinnosti s EG.D i dalšími subjekty.

K uvedené problematice lze uvést následující:

- Z hlediska zásobování elektrickou energií platí, že pro nouzové zásobování celého Jihomoravského kraje je potřebných cca 100 MW<sub>e</sub>, ale vzhledem k nedostatku jiných zdrojů na území kraje Vysočina by se z území JMK poskytovalo dalších 80 MW<sub>e</sub> kraji Vysočina. Jde hlavně o výkon pro pokrytí potřeby zdravotnických zařízení. Dříve se uvažovalo jako s hlavním zdrojem s elektrárnou Hodonín, ale vzhledem k celkové vzdálenosti do Brna se s tím již nepočítá. Do doby, než budou přímo na území Brna existovat startovací záložní zdroje pro případ úplného blackoutu, je zdrojem pro podání napětí VE Vír.
- Jsou záměry na vybudování záložních zdrojů – baterie na provozu Červený mlýn nebo dieselgenerátory na Červeném mlýně nebo na spalovně SAKO Brno. Žádný z nich ale nebyl zatím realizován. Pro start ze tmy nelze použít VE Kníničky, protože je „utopena“ ve vn síti a nelze vyčlenit samostatné vývody.
- Pokud jde o dopravu, pro železnice se nepočítá s náhradním napájením. Vlaky by bylo odstaveny na místech, kde se zastavily a HZS by pomohl s vyproštěním cestujících. Obdobná situace by byla v městské dopravě – pokud jde o tramvaje, provoz by po dobu výpadku elektřiny zajišťovaly autobusy.
- Mobilní síť by fungovala ze záložních zdrojů na stožárových stanicích, odhadem po dobu 6 hodin, poté by síť byla odstavena z provozu a existovala by pouze záložní analogová síť HZS. Ta by sloužila pro celý systém IZS, napájení by bylo zajištěno z převozních dieselagregátů. Veřejná televizní a rozhlasová síť by byly vyřazeny z provozu.
- Nejbližší uložené zásoby pohonných hmot jsou k dispozici ve skladech ČEPRO ve Střelčicích, z územního hlediska to je už za hranicemi města Brno. ČEPRO má údajně 3 kategorie zásob: 1. jejich vlastní, 2. hmotné rezervy, 3. komerční zásoby. Z pohledu města nebo kraje existuje na možnost zakoupit si rezervy, je to ale finančně náročné. V Brně existují lokální nádvorní čerpací stanice. Tyto stanice ale nelze uvažovat jako pevné zásoby, neboť PHM pro provoz jejich autoparku se kupují operativně, kdy se dělají denní soutěže na závězku paliva.
- Pouze některé čerpací stanice mají přípojný body pro napojení záložních zdrojů. To prakticky znamená, že pokud se na takovou ČS doveze mobilní dieselagregát, tak se externě připojí a mohou běžet čerpadla výdejných stojanů. Pro případ blackoutu jsou k dispozici tři vybrané ČS: GLOBUS, MAKRO, Nemocnice



Bohunice – Semerád. Mají k dispozici dieselagregáty, při blackoutu se ukončí prodej PHM pro veřejnost (včetně odstavení systémů pro bezobslužné stojany). Pro tyto účely je použitelná také ČS Eurooil u areálu ČEPRO Střelice (je to ale již za hranicemi Brna).

- Specifická je záležitost vodárenské sítě, která může dočasně pracovat bez záložních zdrojů energie jen gravitačně ze čtyř vodojemů. Takto může být zásobováno zhruba 90 % území Brna. Horší situace by byla v případě čističek odpadních vod; pro Brno je zde výhoda pozice ČOV v Modřicích, nicméně výpadek elektřiny může být problém pro systém biologického čištění.
- Z hlediska krizového zásobování palivy existuje v současnosti seznam různých objektů na území města Brna a jsou v něm uvedeny jejich požadavky na kapalná paliva. Tento seznam deklaruje pouze objemy potřebné pro jejich provoz, nikoliv však údaje o instalovaných záskokových zdrojích (dieselagregátech) ani o skutečně dostupných zásobách paliv.

Z uvedených skutečností vyplývá, že se jedná o relativně kritickou záležitost, které by na úrovni města Brna měla být věnována patřičná pozornost. Doporučuje se, aby tato problematika byla zásadně analyzována. Bude potřebné jmenovitě komunikovat s jednotlivými subjekty s žádostmi o informaci o jejich záložních energetických zdrojích, reálně uskladněných zásobách kapalných paliv i sjednaných kapacitách pro dodávku paliv u dodavatelských subjektů. V tomto směru byly při zpracování této Územní energetické koncepce města Brna podniknuty první kroky. Podařilo se alespoň částečně oslovit důležité subjekty a získat od nich informace, byť jde v některých případech o údaje neúplné. Získané údaje shrnuje následující tabulka.

**Tabulka 4: Informace o záložních zdrojích elektrické energie ve zdravotnických zařízeních na území města Brna**

objekt	elektrický výkon	hodinová spotřeba nafty (litry)	zásoby	zabezpečuje	další zásobování	poznámky
FN Bohunice	11 jednotek, celkem 5,556 MW	430 litrů za všechny jednotky	nádř u každého stroje, vystačí na 6 hodin, navíc nádrž 5000 litrů v Bohunicích a 2000 litrů v FDN	jen důležité a velmi důležité obvody (bez CT, RTG, MR, prádelny)	ČS Semerád v areálu Bohunice, mají vlastní DG	3 ks, celkem 0,44 MW <sub>e</sub> , KGJ, bez přetoků do sítě (normální provoz, nejde o záskokový zdroj)
Fakultní dětská nemocnice						
porodnice Obilní trh						
vězeňská nemocnice (celý areál věznice)	2x 150 kVA	2x 49 litrů	2x 325 litrů (na 2x 6,5 hodiny)	jen některé okruhy	středisko dopravy PHM	
FN U svatě Anny – hlavní objekt	1100 kVA rozvodna RH1 2x 800 kVA stravovací provoz 1x 800 kVA ICRC 1x 220 kVA + 1x 88 kVA CKTCH		na týdenní provoz	plnou spotřebu	smlouva na další dodávky s externím dodavatelem; pro všechna pracoviště	zkoušky 1x týdně bez zátěže,
FN USA – areál Berkova	1x 165 kVA		na 24 hodin	plnou spotřebu		1x měsíčně se zátěží
FN USA – areál Zoubkova	1x 33 kVA		na 24 hodin	plnou spotřebu		servis zařízení je zajištěn externě
Nemocnice Milosrdných bratří Polní	264 kW	40 litrů	500 litrů (10 až 12 hodin)	pro provoz asi 1/3 spotřeby	dovezou z ČS (mají barely 2x 200 litrů)	
nemocnice SurGal Clinic	300 kVA (přetížení do 10 %)	50 litrů	390 litrů (na 4 hodiny plného provozu)	jen část provozu (JIP)	dovezou z ČS	

## Zdroj dat

- [1] Interní datové podklady poskytnuté pro účely vypracování ÚEK Energetickým regulačním úřadem (ERÚ). 2023.
- [2] Interní datové podklady poskytnuté pro účely aktualizace ÚEK E.ON Distribuce, a.s., 2017, EG.D, a.s. 2023
- [3] Webové stránky EG.D, a.s. (<https://www.egd.cz/>)
- [4] Dokumentace ÚAP 2020, část 08 Technická infrastruktura (<https://upmb.brno.cz/uzemne-planovaci-podklady/uzemne-analyticke-podklady/>)
- [5] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Inteligentní rozvodné sítě. TZB-info.cz [online]. 2011 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/7864-inteligentni-rozvodne-site>
- [6] HORČÍK, Jan. Inteligentní sítě – Česká republika nezůstává pozadu. Ekologické bydlení.eu [online]. 2010 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/energie/inteligentni-site-ceska-republika-nezustava-pozadu>
- [7] Národní akční plán pro chytré sítě. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/dokument156514.html>
- [8] KOLÁŘ, Libor. *Kulatý stůl NAP SG, EG.D* [online]. 6 [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2021/1/Prezentace-EGD.pdf>
- [9] Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040, rok 2022. <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/elektroenergetika/2023/5/Hodnoceni-zdrojove-primerenosti-elektrizacni-soustavy-CR-2022.pdf>



# Seznam tabulek a obrázků

## Seznam tabulek

Tabulka 1:	Porovnání spotřeby elektřiny netto dle odběratelských kategorií [MWh], statutární město Brno .....	3
Tabulka 2:	Modelově vypočtená spotřeba nízko potenciálního tepla v TČ [GJ/r], statutární město Brno .....	7
Tabulka 3:	Výroba elektřiny brutto ve zdrojích na území města Brna [MWh], členěno dle typu elektrárny .....	9
Tabulka 4:	Informace o záložních zdrojích elektrické energie ve zdravotnických zařízeních na území města Brna .....	31

## Seznam obrázků

Obrázek 1:	Porovnání vývoje spotřeby elektřiny netto dle odběratelských kategorií [MWh], město Brno .....	4
Obrázek 2:	Dodávka elektřiny ze sítě EG.D. [MWh/r], součet za části obce, rok 2022 .....	4
Obrázek 3:	Podíl tarifních sazeb na dodávce elektrické energie ze sítě EG.D, a.s. v rámci jednotlivých odběrových kategorií – rok 2022, statutární město Brno .....	5
Obrázek 4:	Vývoj spotřeby elektřiny v kategorii domácnosti (MOO) dle způsobu užití, statutární město Brno .....	6
Obrázek 5:	Vývoj spotřeby elektřiny v kategorii maloodběr podnikatelé (MOP) dle způsobu užití, statutární město Brno .....	6
Obrázek 6:	Využití nízko potenciálního tepla pro provoz tepelných čerpadel [GJ/r], součet za části obcí, členěno dle kategorie odběratele, město Brno, rok 2022 .....	7
Obrázek 7:	Trend vývoje celkové spotřeby elektřiny SMB – výhled do roku 2050 .....	8
Obrázek 8:	Vývoj struktury instalovaného výkonu elektráren na území města Brna, v členění dle druhu zdroje [MW] .....	9
Obrázek 9:	Vývoj výroby elektřiny brutto ze zdrojů na území města Brna, v členění dle druhu zdroje [MWh] .....	10
Obrázek 10:	Podíl primárních paliv a energie na výrobě elektřiny z lokálních zdrojů na území města Brna ...	10
Obrázek 11:	Krytí spotřeby elektřiny (netto) výrobou (brutto) [MWh], statutární město Brno .....	11
Obrázek 12:	Predikce výroby elektrické energie ze zdrojů na území SMB, scénář OZE+EDU .....	11
Obrázek 13:	Predikce výroby elektrické energie ze zdrojů na území SMB, scénář OZE+ZP .....	12
Obrázek 14:	Schéma klasické elektrizační soustavy .....	13
Obrázek 15:	Schéma inteligentní sítě .....	14
Obrázek 16:	Chytrá domácnost (NAP SG) .....	15
Obrázek 17:	Časové schéma projektu Chammeleon .....	16
Obrázek 18:	Schéma sítí 400, 220 a 110 kV EG.D, a.s., na území Statutárního města Brna .....	21
Obrázek 19:	Síť elektrického vedení na území města Brna, stav 2022 a návrh .....	22
Obrázek 20:	Pátevní síť elektřiny, záměry, Statutární město Brno .....	24
Obrázek 21:	Prioritní odběry P1, P2 na území města Brna (dle aktualizace 2021) .....	28

[Seznam zkratek???](#)