

UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA SOCIÁLNÍCH VĚD

Institut mezinárodních studií

Diplomová práce

2020

Patricie Štichová

UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA SOCIÁLNÍCH VĚD

Institut mezinárodních studií

**Energetická bezpečnost Německa
v sektoru zemního plynu**

Diplomová práce

Autor práce: Patricie Štichová

Studijní program: Evropská studia (NMTS)

Vedoucí práce: Mgr. Karel Svoboda, Ph.D.

Konzultantka: PhDr. Irah Kučerová, PhD.

Rok obhajoby: 2020

Prohlášení

1. Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu.
2. Prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného titulu.
3. Souhlasím s tím, aby práce byla zpřístupněna pro studijní a výzkumné účely.

V Praze dne 19.05.2020

Patricie Štichová

Bibliografický záznam

ŠTICHOVÁ, Patricie. *Energetická bezpečnost Německa v sektoru zemního plynu*. Praha, 2020. 81 s. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd, Institut Mezinárodních studií. Vedoucí diplomové práce Mgr. Karel Svoboda, Ph.D.

Rozsah práce: 136 928 znaků

Anotace

Energetická bezpečnost je důležité a aktuální téma, které rezonuje především v surovinově chudých státech. V těchto státech je klíčovou úlohou zajištění stabilního energetického zásobování za účelem udržení hospodářské stability a budoucího rozvoje. Německo je státem s nízkými energetickými zásobami (pomineme-li zásoby uhlí). Tato práce zabývá zkoumáním německé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu. Cílem diplomové práce je zhodnotit současný stav energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu a poukázat na budoucí potenciální hrozby plynoucí z realizace plynovodu Nord Stream. Pro dosažení stanoveného záměru je vytvořen nový analytický rámec, který zhodnocuje plynovou bezpečnost jak z hlediska krátkodobých, tak z hlediska dlouhodobých indikátorů energetické bezpečnosti. Tento rámec vychází z několika studií, a to primárně z Modelu krátkodobé energetické bezpečnosti od Mezinárodní energetické agentury (The Model of Short-term Energy Security). Dále je rozšířen o další studie věnující se dlouhodobému rozměru energetické bezpečnosti. Druhá část práce se věnuje roli zemního plynu v energetické transformaci Německa (tzv. Energiewende). Analyzován je význam zemního plynu v situaci postupného odpojování jaderných a uhelných kapacit a v probíhající celkové dekarbonizaci německého hospodářství. Budoucí využití zemního plynu je posuzováno i ve vztahu k nízko- a bezemisním plynům. Text se věnuje tomu, jakým způsobem bude plynovou bezpečnost ovlivňovat realizace konceptu Energiewende.

Annotation

Energy security is an important and current issue that resonates especially in resource-poor countries. In these countries, it is crucial to ensure a stable energy supply in order to maintain economic stability and ensure future economic growth. Germany is a state with low energy reserves (apart from coal reserves), and therefore this work focuses on German energy security in gas sector. The aim of this master thesis is to evaluate the current level of energy security in Germany in natural gas sector and to point out future potential threats arising from the realization of Nord Stream gas pipeline. In order to meet this goal, a new analytical framework is created, which evaluates gas security in terms of both short-term and long-term energy security indicators. This framework is based on several studies, primarily on the Model of Short-term Energy Security published by International Energy

Agency. The framework is further extended by other studies dealing with the long-term dimension of energy security. Second part of the thesis deals with the role of natural gas in German energy transition (so-called Energiewende). Text examines the importance of natural gas in the situation of gradual disconnection of nuclear and coal capacities and in the ongoing decarbonization of the German economy. The future role of natural gas is also being investigated in relation to zero and low carbon gases. The text examines how gas security will be affected by the implementation of Energiewende.

Klíčová slova

Energetická bezpečnost, Energiewende, měření energetické bezpečnosti, Spolková republika Německo, nízkoemisní a bezemisní plyny, zemní plyn

Keywords

Energy security, Energiewende, Federal Republic of Germany, measuring energy security, natural gas, zero and low carbon gases

Title/název práce

German Energy Security in Gas Sector

Poděkování

Velice ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu Mgr. Karlu Svobodovi, Ph.D. a konzultantce, paní PhDr. Irah Kučerové, PhD. za profesionální vedení a rady, které mi pomohly dokončit tuto práci. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a kamarádům za obrovskou podporu při studiu a za to, že tu pro mě vždycky byli.

Obsah

Úvod	1
1.0 Teorie energetické bezpečnosti	6
2.0 Měření energetické bezpečnosti	12
2.1 Indikátory krátkodobé energetické bezpečnosti	12
2.2 Indikátory dlouhodobé energetické bezpečnosti	15
3.0 Německá Energiewende	18
4.0 Německá energetická bezpečnost v sektoru zemního plynu	23
4.1 Krátkodobé indikátory energetické bezpečnosti.....	23
4.2 Dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti.....	29
4.2.1 Enviromentální faktory.....	30
4.2.2 Energetické zásoby	31
4.2.3 Cena zemního plynu	34
4.2.4 Poptávka po zemním plynu	36
4.3 Dílčí závěr.....	39
4.4 Historický vývoj energetické bezpečnosti.....	42
5.0 Potenciál zemního plynu v německé Energiewende	46
5.1 Současné využití zemního plynu	46
5.2 Uhlí vs. zemní plyn.....	48
5.3 Vodíkové a jiné technologie	50
5.4 Výhledy poptávky po plynu	53
5.5 Role zemního plynu v Energiewende.....	54
5.6 Role nízko- a bezuhlíkových plynů v Energiewende	55
5.7 Vládní strategie zaměřená na plynový sektor.....	57
5.8 Doporučení německé vládě	59
Závěr.....	61
Summary.....	66
Použitá literatura.....	68
Seznam grafů a tabulek.....	78
Teze Diplomové práce.....	79

Úvod

Energetická bezpečnost je důležité a aktuální téma především pro surovinově chudý stát jako je Německo. Energetická bezpečnost je součástí národní bezpečnosti, jelikož nepřerušovaný tok energetických dodávek je nezbytný pro fungující ekonomiku. Důležitým úkolem státu je zabezpečit plynulé zásobování energetickými surovinami, tak, aby byl zajištěn plynulý chod hospodářství a jeho další rozvoj. Zejména u zemního plynu je energetická bezpečnost klíčová vzhledem k jeho specifické povaze, která představuje vyšší závislostní riziko, než jak je tomu při zásobování ropou či uranem. Trh zemního plynu je často silně monopolizován a tradiční zásobování zemním plynem (pomineme-li LNG) je vázáno na plynovodní potrubí. Zásoby zemního plynu jsou koncentrovány v málo lokalitách světa (Dannreuther, 2017, s. 127-128). Díky tomu vznikají obrovské nerovnosti v přístupu k energetickým surovinám a závislostní obchodní vztahy, které mohou být využity k politickým motivům. Vázanost tradičního zemního plynu na potrubí znemožňuje okamžitou změnu dodavatele v případě ohrožení plynulosti dodávek. Vzhledem k tomu, že Německo v současnosti dokáže pokrýt ze svých domácích zásob pouze 4 % své poptávky po zemním plynem (Eurostat, 2020), je zajištění bezpečnosti tohoto zdroje zcela zásadní téma.

Německo v současnosti stojí před velkou výzvou, která nemá v Evropě obdoby. Výzvou dekarbonizovat do roku 2050 své hospodářství a dostát přísně stanoveným emisním limitům. Na rozdíl od ostatních evropských států se Německo na této cestě rozhodlo vzdát dvou tradičních energetických zdrojů – jádra a uhlí, což v případě nízkoemisní jaderné energie výrazně komplikuje přechod na nízkoemisní zdroje (Černocho, Dančák, Ošička, 2015, s. 14-16). V energetické transformaci německého hospodářství (tzv. Energiewende neboli přeměně německého energetického hospodářství, založené na obnovitelných zdrojích) bude klíčová jak včasná substituce vyřazených zdrojů zdroji nízkoemisními, tak současné zajištění energetické bezpečnosti země. Zemní plyn má nejnižší emisní zatížení z fosilních zdrojů a otázkou zůstává, jakou roli by mohl hrát v nahrazování uhlí a jaderné energie. Role zemního plynu v energetické tranzici Německa je dosud málo artikulované téma, kterému se německé vlády dlouhodobě vyhýbaly (Dickel, 2018, s. 4). Toto téma úzce souvisí s energetickou bezpečností tohoto zdroje a možnými budoucími riziky, vyvstávajícími z jeho potenciálního rostoucího využití.

Cílem této diplomové práce je zjistit současný stav energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu a poukázat na budoucí potenciální hrozby plynoucí z realizace plynovodu Nord Stream. Dále je nastíněno, jakým způsobem bude plynovou bezpečnost ovlivňovat realizace konceptu Energiewende.

Práce se bude teoreticky opírat o teorii energetické bezpečnosti. Na základě zvolené teorie energetické bezpečnosti, text vychází z následujících hypotéz: Energetická bezpečnost Německa bude do budoucna ohrožena z důvodu užšího napojení na Rusko a z důvodu růstu významu zemního plynu v německém hospodářství. Význam zemního plynu v energetickém hospodářství Německa do budoucna poroste v důsledku realizace Energiewende, což se projeví především nárůstem jeho využití v elektroenergetice.

K verifikaci hypotéz budou využity následující výzkumné otázky. První výzkumná otázka zní: „*Jaký je stav energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu a jak ji do budoucna ovlivňuje plynovod Nord Stream?*“. Stav energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu je měřen na základě nově vytvořeného analytického rámce. Tento rámec vychází z několika studií, a to primárně z modelu od Mezinárodní energetické agentury (International Energy Agency, IEA). Jedná se o Model krátkodobé energetické bezpečnosti (The Model of Short-term Energy Security, MOSES). Pro získání představy o dlouhodobém pohledu na energetickou bezpečnost je tento model obohacen o dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti. Druhá výzkumná otázka zní: „*Jaká je role zemního plynu v německé Energiewende?*“. Zkoumán je význam zemního plynu v situaci postupného odpojování jaderných a uhelných kapacit a v probíhající celkové dekarbonizaci německého hospodářství. Budoucí využití zemního plynu je zkoumáno i ve vztahu k nízko- či bezemisním plynům. Text se následně věnuje tomu, jaký vliv má budoucí vývoj situace ohledně zemního plynu na energetickou bezpečnost Německa. Práce se zaměřuje na časový horizont od roku 2000 do roku 2050.

Jako metoda je využita jedinečná případová studie, která je detailní analýzou fenoménu (předmětu výzkumu) energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu. Případem je pak výstavba plynovodu Nord Stream a německá Energiewende (Drulák, 2008, s. 46-47). Německá vyjednávací pozice v oblasti energetických vťahů je specifická tím, že se jedná o ekonomicky silný stát, který je významným odběratelem ruského zemního plynu. To posiluje jeho strategickou vyjednávací pozici a snižuje hrozbu přerušování dodávek energetických surovin ze strany Ruské federace. To má přímý vliv na

stav německé energetické bezpečnosti. Druhým speciálním jevem je německá Energiewende, která je v zahraničí často vnímána jako luxus, který si může dovést hospodářsky silné Německo, ale její přenos do zahraničí je obtížný (Dickel, 2014, s. 52). Z toho důvodu byla vybrána metoda jedinečné případové studie. Dle charakteru této metody si práce nemůže dělat ambice na zobecnování daných poznatků. Práce přispívá k hloubkovému porozumění komplexních fenoménů (Drulák, 2008, s. 32-34). Zkoumání předmětu proběhne na základě teorie energetické bezpečnosti a vytvořeného analytického rámce pro zkoumání energetické bezpečnosti. Ten bude prvně vycházet z analytického rámce MOSES a druhotně z dalších studií zabývajících se dlouhodobou energetickou bezpečností. Nezávislými proměnnými při měření energetické bezpečnosti jsou: importní závislost a infrastruktura, diverzifikace dodavatelů, denní výtěžnost plynových zásobníků, politická stabilita dodavatelů a další. Nezávislé proměnné jsou uchopeny z kvantitativního pohledu a nabývají číselných hodnot. Závislou proměnnou je v tomto případě stupeň německé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu.

První kapitola je teoretického rázu a popisuje koncepty energetické bezpečnosti tak, jak ji definují nejrůznější teoretici energetické bezpečnosti. Popsány jsou různé elementy energetické bezpečnosti, jako například fyzická dostupnost energií, spolehlivost dodávek, ekonomická dostupnost nebo udržitelnost energetického systému. Dále je poukázáno na rozdílný pohled na energetickou bezpečnost v závislosti na subjektu energeticko-hospodářských vztahů (importér nebo exportér energetických surovin).

Následující kapitola popisuje logiku modelu MOSES, který odráží krátkodobá kritéria energetické bezpečnosti, jako jsou importní závislost, importní infrastruktura, diverzifikace dodavatelů, denní výtěžnost plynových zásobníků atd. Následně se věnuje dlouhodobým kritériím energetické bezpečnosti, jako jsou energetické zásoby, cena plynu, velikost poptávky a environmentální faktory. Kombinací a operacionalizací těchto indikátorů je vytvořen analytický rámec, který pokrývá nejen krátkodobý, nýbrž i dlouhodobý horizont energetické bezpečnosti. V kapitole číslo tři je představen koncept německé Energiewende, jeho politický vývoj a cíle. Dále se zabývá důležitým projektem rusko-německého energetického zásobování, a to plynovodem Nord Stream. Kapitola se zabývá jeho historií, politickou podporou a technickými charakteristikami.

Čtvrtá kapitola je jednou ze dvou hlavních analytických kapitol. V této kapitole je aplikován vytvořený výzkumný rámec na německý plynový sektor. Prvotně je měřen

současný stav energetické bezpečnosti na základě krátkodobých a dlouhodobých kritérií. Druhotně je zkoumané období rozšířeno a pohled je upřen do minulosti na vývoj plynové bezpečnosti od roku 2000 do 2018 tak, aby bylo možné zachytit vývoj jednotlivých indikátorů. Na základě této podrobné analýzy jsou učiněny závěry, zda dochází ke zlepšení plynové bezpečnosti v čase a v čem spočívají hlavní hrozby.

Pátá kapitola zkoumá budoucí potenciál zemního plynu v kontextu německé Energiewende, a to jak z ekonomického, tak z technického hlediska. Zkoumaný časový horizont se prolíná s definicí Energiewende, a to od současnosti až do roku 2050. Pozornost je zaměřena nejen na zemní plyn, nýbrž i na ostatní dekarbonizované a obnovitelné plyny. Kapitola se věnuje současnému využití zemního plynu v energetickém hospodářství Německa. Dále jsou rozebírány předpoklady pro nahrazení uhlí zemním plynem v elektroenergetice. Zkoumány jsou i výhledy poptávky po zemním plynem a dalších obnovitelných a dekarbonizovaných plynech. Další podkapitoly jsou věnovány klíčové otázce, jakou roli hraje zemní plyn a další nízko- a bezuhlíkové plyny v německé energetické transformaci. Závěrem je analyzována vládní strategie v oblasti zemního plynu a jsou dána doporučení německé vládě pro budoucí rozvoj plynového sektoru.

Práce vychází ze široké palety domácí i zahraniční literatury. Teoretická část hojně čerpá ze sborníku B. Sovacoola (2011), kolektivní monografie C. Pascuala a J. Elkinda (2010), článku D. Yergina (2006), či publikace GEA (2012). Každý z těchto textů poskytuje svůj pohled na energetickou bezpečnost a přináší kritéria pro její měření. Společně s modelem MOSES (IEA, 2011a) byly tyto práce využity pro konstrukci analytického rámce, který se pokouší kvantifikovat míru energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu.

Studie od IEA jsou pro práci zcela zásadní, jelikož poskytují nejen základní data pro kvantifikaci energetické bezpečnosti, jako publikace *Natural Gas Information Statistics* (IEA, 2019a, 2016, 2014b, 2011c, 2008, 2006, 2004), ale i celkový přehled o vývoji energetiky v jednotlivých členských státech. Přínosná byla především publikace *Germany 2020* (IEA, 2020), podávající vysoce aktuální informace o stavu německé plynové bezpečnosti a plynového sektoru. Dále byla využita studie prognózující vývoj světového energetického hospodářství *World Energy Outlook* (IEA, 2019c). Pro určení významu zemního plynu v budoucím energetickém hospodářství Německa byla klíčová studie s názvem *The Future of Hydrogen* (IEA, 2019d), která se zabývá budoucím významem

vodíku a dalších plynů. Roli zemního plynu v rámci probíhající německé dekarbonizace podrobně rozebírá R. Dickel ve studiích *The New German Energy Policy* (Dickel, 2014) a *The Role of Natural Gas, Renewables and Energy Efficiency in Decarbonisation in Germany* (Dickel, 2018).

Data byla čerpána z mnoha databází jako je Eurostat, databáze Světové banky či různé vládní datasety (BMW_i, 2019a) a studie IEA (IEA, 2019a, 2016, 2014b, 2011c, 2008, 2006, 2004). Klíčové koncepční dokumenty o směřování německého energetického hospodářství poskytuje Spolkové ministerstvo pro hospodářství a energetiku (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMW_i). Lze jmenovat dokumenty jako např. Německá energetická koncepce (BMW_i, 2010), Monitoring zajištění bezpečnosti plynových dodávek (BMW_i, 2019b) či Monitoring plnění cílů Energiewende (BMW_i, 2017). Dále bylo čerpáno z publikací Spolkového ministerstva životního prostředí, ochrany přírody a bezpečnosti reaktorů (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; BMU) a Spolkového ministerstva financí (Bundesministerium der Finanzen, BMF).

1.0 Teorie energetické bezpečnosti

Je obtížné vytvořit exaktní definici tohoto pojmu vzhledem k tomu, že význam energetické bezpečnosti se liší v závislosti na dotčeném aktérovi. Samotná definice k tomu prochází určitým vývojem v čase. Tradičně byla energetická bezpečnost spojována se zajištěním přístupu k zásobám ropy a s obavami z jejich vyčerpání. Po roce 1970 se koncept proměnil a byl rozšířen i o další fosilní paliva jako např. o zemní plyn (Kruyt, 2011, s. 291).

V 70. letech ropná krize odhalila citlivost západních ekonomik na výkyvy cen ropy. Význam energetické bezpečnosti vzrostl. V tom důsledku byla OECD založena Mezinárodní energetická agentura (IEA), která má za cíl podporovat energetickou bezpečnost mezi svými členy. IEA má zajišťovat koordinovanou odpověď na fyzické přerušení energetických dodávek a poskytovat doporučení členským státům (Xavier a Baltasar, 2012, s. 54).

V současnosti existuje velké množství definic a konceptů energetické bezpečnosti. Evropská komise definuje energetickou bezpečnost jako „stálou dostupnost energetických produktů na trhu za ceny přístupné pro všechny spotřebitele. Tyto zdroje by měly zároveň respektovat životní prostředí a napomáhat k udržitelnému rozvoji“ (Evropská komise, 2001). V ekonomicky vyspělých zemích se nejčastěji užívá definice Mezinárodní energetické agentury. Energetickou bezpečnost definuje jako „nepřerušovaný přístup k dostatečnému množství energie za přijatelnou cenu s ohledem na životní prostředí“ (IEA, 2013). Tato definice vznikla již v 70. letech a jejím autorem je Daniel Yergin (Yergin, 2006). V menších obměnách se využívá až do dnešního dne. Zdůrazňuje tři důležité aspekty, a to jsou kontinuita dodávek, přiměřená cena a enviromentální aspekt.

Další koncept pohlíží na energetickou bezpečnost z pohledu liberalismu a definuje ji jako „komplexní celek charakterizovaný vzájemnou závislostí všech zúčastněných aktérů – producentů, dovozců, tranzitních zemí, národních i mezinárodních organizací. Pro její zachování je nutná spolupráce mezi jednotlivými aktéry, díky níž může být dosaženo minimalizace rizika“ (Terem, 2011, s. 23-26). Významným přínosem pro oblast energetické bezpečnosti je práce představitelů tzv. Kodaňské školy, mezi které patří např. Barry Buzan, Jaap de Wilde a Ole Weaver. Tito autoři zdůrazňují bezpečnostní aspekt vzájemných vztahů a energetickou bezpečnost považují za neoddělitelnou součást bezpečnosti daného státu. Důležitou roli přičítají ekonomické dimenzi bezpečnosti (Terem, 2011, s. 23-26).

Jonathan Elkind propojuje svou definicí většinu předchozích definic. Tvrdí, že energetická bezpečnost je složená ze čtyř elementů: 1) *fyzické dostupnosti* (availability), 2) *spolehlivosti* (reliability), 3) *ekonomické dostupnosti* (affordability) a 4) *udržitelnosti* (sustainability) (Elkind, 2010, s. 120-125). *Fyzická dostupnost* se vztahuje ke schopnosti spotřebitele si obstarat potřebnou energii. Prvně je klíčová velikost a dostupnost zásob strategické suroviny, přičemž hrozbu by představovalo vyčerpání rezerv, které mohou být efektivně vytěženy. Dále je klíčový fungující trh a schopnost producentů, tranzitních zemí a spotřebitelů si vyjednat obchodní podmínky. Dostupnost energetické suroviny vyžaduje též technologická řešení pro produkci, transport, skladování a distribuci. Neméně důležité jsou proto kapitálové investice do daných technologií (Sovacool, 2011, s. 9-10).

Druhým elementem energetické bezpečnosti je *spolehlivost* energetických dodávek (geopolitický pohled). Geopolitická strategie je v případě evropské energetické politiky definovaná z jedné strany mírou energetické závislosti a na druhé straně mírou rizika země, ze které jsou suroviny dováženy. Primární problém v podobě zajištění zdrojů vyvstává z nesouladu mezi rozmístěním zdrojů a poptávkou (Kučerová, 2008, s. 80). Spolehlivost dodávek se vztahuje k tomu, do jaké míry jsou energetické dodávky chráněny před jejich přerušením. Jejich ochranu můžeme zvýšit pomocí účinné diverzifikace. Ta obsahuje tři základní dimenze:

- 1) Diverzifikaci zdrojů, která vyžaduje vystavit mix z pestré palety energetických zdrojů. Lépe řečeno, není vhodné ho postavit např. pouze na uhlí či zemním plynu.
- 2) Diverzifikace dodavatelů by měla vést k tomu, že energetické hospodářství nebude disproporčně závislé na jedné firmě či dodavateli, který má kontrolu nad celým trhem.
- 3) Geografická diverzifikace zajišťuje vyhnutí se tranzitní a výrobní koncentraci v jednom místě či pomocí jedné trasy. V tomto případě by to znamenalo být závislý na dodávkách zemního plynu, který je vázán pouze na jeden plynovod (Müller-Kraenner, 2007, s. 9; Sovacool, 2011, s. 9). To platí i pro dodavatele energií. Například Rusko se snaží diverzifikovat své transportní trasy tak, aby nebylo majoritně závislé na evropských odběratelích, a tím neposilovalo jejich vyjednávací pozici. Rusko tak diverzifikuje své tranzitní trasy pomocí expanze do Číny a Indie (Kučerová, 2008, s. 85).

Optimální diverzifikace je dosaženo, když jsou splněna všechna kritéria najednou. Ideální je snížit energetickou spotřebu tak, aby bylo sníženo i břemeno kladené na infrastrukturu, a to především ve státech závislých na dovozu energetických surovin. Pro spolehlivost energetických dodávek je proto klíčové se chránit před teroristickými útoky a politicky motivovanými výpadky dodávek (Elkind, 2010, s. 125).

V některých státech EU je dlouhodobým problémem právě vysoká závislost na dovozech energetických surovin, která je v čase rostoucí (Eurostat, 2020). To činí diverzifikaci velice důležitým nástrojem pro posílení odolnosti energetického systému. Téma snížení importní závislosti Evropy bylo předmětem Lisabonské strategie, která doporučovala kombinovat dovozy i s vlastními zásobami za účelem snížení importní závislosti. Irah Kučerová přirovnává energetickou bezpečnost k šachové partii, jejíž hráči jsou exportéři a importéři energií a hrací kameny jsou míry závislosti jednotlivých aktérů a ceny energií (Kučerová, 2008, s. 81; 86).

Třetím elementem energetické bezpečnosti je *ekonomická dostupnost* dodávek. Ekonomická dostupnost má zajistit rovnovážné ceny, které dosahují minimální volatility. V případě velkých cenových výkyvů paliva je pro investory obtížné plánovat investice. Kvůli vysoké cenové volatilitě zemního plynu, ropy i uhlí se stalo mnoho elektráren zcela neekonomickými. To vedlo k tlaku na růst cen elektřiny v mnohých oblastech (Sovacool, 2011, s. 9).

Posledním elementem energetické bezpečnosti je *udržitelnost*, která v sobě obsahuje sociální i enviromentální aspekt. Cílem je minimalizace enviromentálních škod, způsobených produkcí, transportem i spotřebou energií. Ideálem je proto usilovat o minimalizaci emisí skleníkových plynů a obecného znečištění. Vláda by se měla ujistit, že energetické systémy jsou společensky přijatelné (Sovacool, 2011, s. 9-11). Je obtížné, aby ekonomika splňovala všechny výše uvedené elementy energetické bezpečnosti najednou, mnoho z nich jde často proti sobě.

Daniel Yergin poukazuje na odlišný význam energetické bezpečnosti v závislosti na aktérovi energeticko-hospodářských vztahů. Exportéři energetických surovin se soustředí především na zachování „bezpečnosti poptávky“ po jejich exportech, které generují velkou část vládní příjmů. Pro Rusko je to snaha kontrolovat strategické zdroje a zajistit si kontrolu nad hlavními transportními trasami, kterými doručuje na své cílové trhy energetické suroviny. Naopak rozvojové země se obávají především vlivu změn cen

energií na platební bilanci. V Evropě (která je především importérem energií) se hlavní debata stáčí okolo otázky, jakým způsobem se vypořádat se závislostí na importovaném zemním plynu a dalších energetických zdrojích (Yergin, 2006, s. 2-3). Výše uvedené definice popisují především perspektivu importéra energetických surovin.

Energetickou bezpečnost mohou ovlivňovat různé hrozby, pocházející buď z globální či lokální úrovně anebo hrozby technologického charakteru. Mezi globální hrozby ovlivňující energetickou bezpečnost patří a) geopolitika, b) externality přesahující hranice státu. Prvně se budeme zabývat geopolitickými hrozbami v situaci, kdy je většina moderních ekonomik závislá na dovozech energetických surovin. To je způsobeno vysokou koncentrací energetických zásob, které jsou umístěny především v politicky nestabilních regionech. Tato závislostní situace může být zdrojem konfliktu, a to především v momentě, kdy jsou dané zásoby omezené a jejich postupné vyčerpávání tlačí na růst jejich cen. Kontrola nad zdroji energetických surovin je tak často využívána pro politické účely, jako například pozastavení ruských dodávek plynu do Turkmenistánu v roce 1997 za účelem vynucení vyšších cen plynu. Dalšími případy mohou být i plynové války mezi Ukrajinou a Ruskem v letech 2006 a 2009, a v důsledku toho způsobené výpadky ruských dodávek plynu do Evropské unie (Götz, 2012, s. 435; Kučerová, 2008, s. 82). Jiným příkladem může být spor s Běloruskem, Moldavskem či Gruzii. Tranzitní země mají též silnou vyjednávací pozici vůči dodavatelům. Tyto země mohou blokovat dodávky za účelem dosažení vyšší ekonomické renty od dodavatele. Z toho plyne, že jak dodavatelé, tak tranzitní země často manipulují závislostí druhých ve svou vlastní výhodu. V našem případě tzv. „plynová zbraň“ může být použita jak dodavateli, tranzitními zeměmi, tak importéry, za účelem dosažení změn v kontraktech – snížení nebo zvýšení ceny (Souleimanov, 2011, s. 16, 137; Sovacool, 2011, s. 12).

Druhou globální hrozbou jsou externality přesahující hranice států. Jedná se zejména o environmentální externality (jako jaderné katastrofy, ropné skvrny, toxické znečištění), spojené s provozem současné energetiky (Sovacool, 2011, s. 16). Lokální energetické hrozby jsou na úrovni jednotlivců či domácností a patří k nim omezený nebo žádný přístup k energiím, energetická chudoba či znečištění omezující se na určitou lokalitu. Třetí kategorií jsou technologické hrozby, kdy přerušení dodávek zapříčiní technická (systémová) závada, selhání lidského faktoru či přírodní katastrofa (hurikány, erupce sopky, zemětřesení). Může se jednat o poruchy v distribuční či přenosové síti,

nedostatek paliva, či poruchy v tranzitu na globální úrovni (Sovacool, 2011, s. 17,20).

Pro EU je energetická bezpečnost jedním ze tří pilířů energetické politiky spolu s efektivností a udržitelností. Evropská komise také nabízí klasifikaci rizik ohrožující energetickou bezpečnost. Komise definuje šest typů rizik. Prvně jsou to fyzická rizika, kde rozlišuje mezi permanentním a dočasným přerušением energetických dodávek. Permanentní přerušení dodávek může být způsobeno pozastavením produkce či vyčerpáním energetických zdrojů. Naopak dočasné může být způsobeno geopolitickou krizí nebo přírodní katastrofou. Dále jsou ekonomická rizika způsobená volatilitou cen energií v důsledku nesouladu mezi poptávkou a nabídkou. Politická rizika mohou vzniknout v případě, že exportní země využívá energetické komodity jako politické zbraně. Regulační rizika jsou důsledkem nedostatečné regulace na domácím trhu. Ta může vést k ohrožení bezpečnosti energetických investic a dodavatelských kontraktů. Sociální rizika mohou vyvstávat ze sociálních konfliktů, které vedou k růstu cen energií. A nakonec enviromentální rizika jsou škody způsobené energetickým sektorem, které mají enviromentální dopad (Xavier a Baltasar, 2012, s. 54-55).

Podle Dannreuthera je nutné, aby energetická bezpečnost zohlednila specifické charakteristiky jednotlivých zdrojů, jako jsou odlišné způsoby těžby, produkce, transportu, spotřeby, ale i jejich cenu (Dannreuther, 2017, s. 15-25). Dannreuther definuje základní charakteristiky zemního plynu, které jsou určující pro zajištění energetické bezpečnosti daného zdroje. Tvrdí, že plyn, na rozdíl od ropy, představuje díky své povaze mnohem vyšší závislostní riziko. Ropa může být snadno transportována, a jakmile je naložena na loď, není více méně ničím limitována. Zatímco tradiční zemní plyn je (pomineme-li zkapalněný zemní plyn - Liquefied Natural Gas, LNG) vázaný na potrubí, kterým je doručován do cílových zemí. Na rozdíl od ropy je z něj možné získat mnohem méně energie než z ropy, což vytváří problém v podobě množství, které je nutné dopravit do cílové země. Ačkoliv zemní plyn je jako surovina mnohem levnější, velkou část jeho ceny tvoří právě dopravní náklady. Obecně plynovodní infrastruktura je velmi kapitálově náročná a komplexní, a právě proto do jejího budování často zasahuje stát. Naopak trh ropy je více orientován na tržní síly a tržní subjekty (Dannreuther, 2017, s. 127-128).

Dannreuther zdůrazňuje specifickou logistickou povahu zemního plynu, u kterého, na rozdíl od ropy, nevznikají integrované mezinárodní trhy s jednotnou cenotvorbou. Jelikož obchodovatelnost plynu je omezena vždy na určitý region, kde se plynovodní

infrastruktura rozprostírá, jsou zde vytvářeny regionální trhy se zemním plynem. Z toho plyne, že na každém tomto regionálním trhu se vytváří odlišná cena (např. v USA je díky rozvoji břidličného zemního plynu cena plynu výrazně nižší než v Evropě). V případě ropy existuje naopak mezinárodní trh, kde se utváří jedna cena pro jednotlivé typy ropy. Díky specifické charakteristice zemního plynu tak není okamžitě možné změnit dodavatele v případě, kdy chybí odpovídající dopravní infrastruktura. Alternativu k tomuto pohledu představuje LNG, které je možné dopravovat po moři, stejně jako ropu. Jeho nevýhodou oproti tradičně transportovanému zemnímu plynem je většinou jeho vyšší cena. Z toho plyne, že právě plyn představuje pro státy závislé na jeho dodávkách mnohem vyšší bezpečnostní riziko než například ropa, která často v jejich energetických mixech dominuje (Dannreuther, 2017, s. 128-131).

2.0 Měření energetické bezpečnosti

Existuje vícero modelů, které se pokouší kvantifikovat energetickou bezpečnost nebo alespoň popsat indikátory, které energetickou bezpečnost ovlivňují. Modely/indikátory můžeme dělit na krátkodobé a dlouhodobé. Krátkodobá energetická bezpečnost je spojená spíše s krátkodobým přerušением dodávek v řádech dní až týdnů (Jewell, 2011, 349). Dlouhodobé indikátory naopak zohledňují i strukturální aspekty energetiky, jako jsou domácí a globální zásoby daného zdroje, enviromentální přijatelnost produkce a použití daného paliva (Jewell, 2011, 349) či vývoj poptávky po daném palivu (GEA, 2012).

Pro další zkoumání byl vybrán model, který je hojně využíván pro zkoumání energetické bezpečnosti. Na rozdíl od ostatních konceptů, které jsou zaměřeny pouze na výčet indikátorů energetické bezpečnosti, udává tento model jasný analytický rámec pro kvantifikaci energetické bezpečnosti. Byl vytvořen Mezinárodní energetickou agenturou a nazývá se Model krátkodobé energetické bezpečnosti (Model of Short-term Energy Security, MOSES). Jak vyplývá z názvu, zaměřuje se primárně na kvantifikaci krátkodobé energetické bezpečnosti. Z důvodu dlouhodobějšího zaměření této práce je model rozšířen o indikátory dlouhodobé energetické bezpečnosti, které jsou nastíněny v pracích Berta Kruyta, et al. s názvem *Indicators of Energy Security*, Cherp a Jewell v příspěvku *Measuring Energy Security, from Universal Indicators to Contextualized Frameworks* či v publikaci *Global Energy Assessment* od Sovacool, et al. Nejprve bude popsán model MOSES a poté na něj navážou další dlouhodobé indikátory. Na základě toho bude vytvořen komplexní analytický rámec pro zkoumání jak krátkodobé, tak dlouhodobé energetické bezpečnosti.

2.1 Indikátory krátkodobé energetické bezpečnosti

MOSES¹ byl vyvinut za účelem zhodnocení krátkodobé bezpečnosti energetických dodávek do členských zemí IEA. Model byl vyvinut tak, aby dokázal zhodnotit efekt vládních energetických politik na energetickou bezpečnost země. Dovoluje též mezinárodní srovnání a sledování vývoje národní energetické bezpečnosti v čase. Zranitelnost energetického systému kvantifikuje ve dvou dimenzích. Prvně je to riziko (risk), že energetické dodávky budou přerušeny, a za druhé je to odolnost (resilience) národního energetického systému vůči takovýmto výpadkům. MOSES analyzuje riziko a

¹ MOSES je navazuje na existující literaturu v oblasti energetické bezpečnosti. Zatímco většina studií se věnuje dlouhodobé energetické bezpečnosti, MOSES dlouhodobé faktory neuvažuje.

odolnost, které jsou spojené s externími a domácími faktory. Externí faktory jsou spojeny s importovanou energií. Naopak domácí faktory souvisí s domácí produkcí či distribucí. Indikátory jsou tedy členěny na externí rizika, externí odolnost, domácí rizika a domácí odolnost (viz tabulka 1, IEA, 2011b, s. 1-3).

Tabulka 1: Indikátory energetické bezpečnosti zemního plynu (IEA, 2011a, s. 25)

	Risks	Resilience
External	External risks: <ul style="list-style-type: none"> import dependency political stability of suppliers 	External resilience: <ul style="list-style-type: none"> entry points: Liquefied natural gas (LNG) ports entry points: pipelines diversity of suppliers
Domestic	Domestic risks: <ul style="list-style-type: none"> offshore production 	Domestic resilience: <ul style="list-style-type: none"> send-out capacity from natural gas storage gas intensity

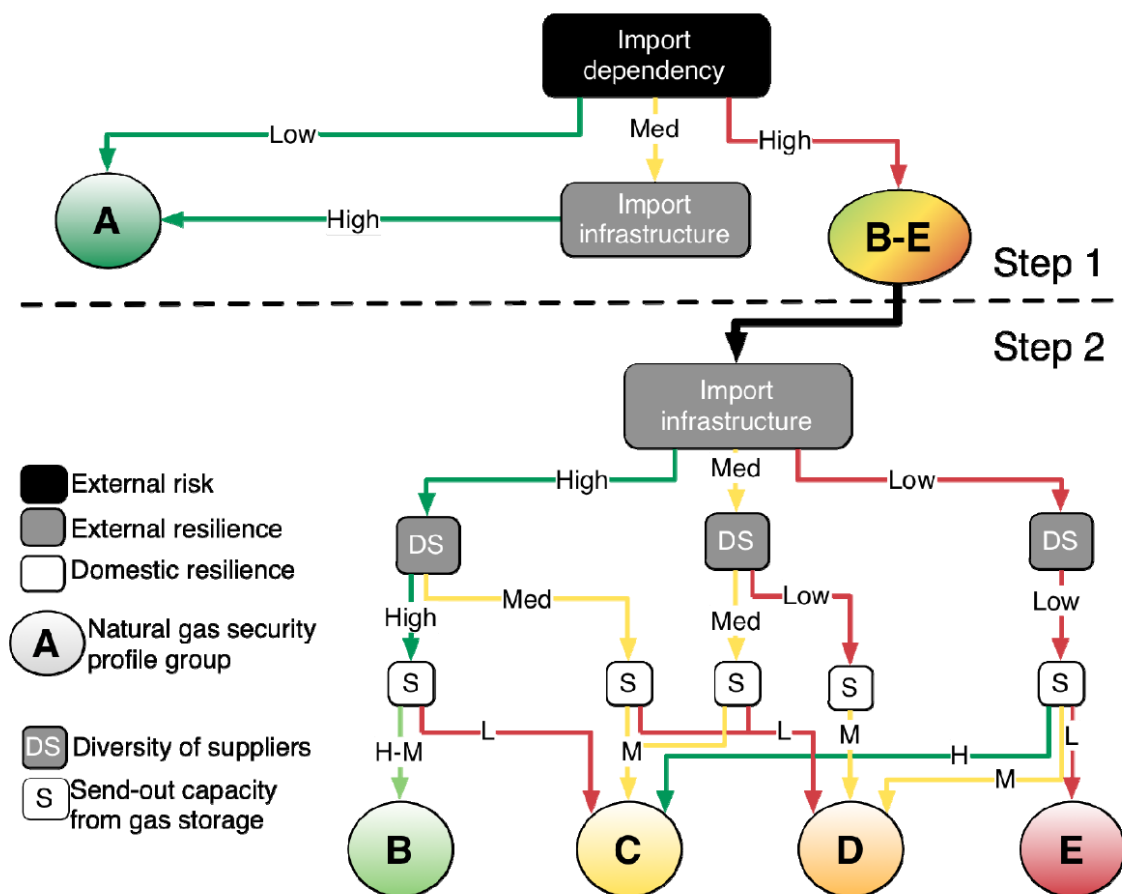
Na základě těchto dimenzí je definováno 35 různých indikátorů, které identifikují rizika a odolnost jednotlivých energetických zdrojů. Energetická bezpečnost zemního plynu je hodnocena za pomoci sedmi indikátorů (viz tabulka 1). Indikátory, které odrážejí externí riziko, jsou závislost na importech a politická stabilita dodavatelů. Naopak, domácí riziko odráží podíl domácí offshore produkce zemního plynu, která je zranitelnější než onshore produkce. Mezi indikátory externí odolnosti můžeme zařadit vstupní infrastrukturu (počet plynovodních tras a terminálů pro LNG) a diverzifikaci dodavatelů zemního plynu. Domácí odolnost je dána denní výtěžností plynových zásobníků a energetickou náročností (IEA, 2011a, s. 25-26).

Indikátory jsou vystavěny ve dvou stupních. V prvním kroku je každý indikátor rozčleněn do tří kategorií, odrážejících stupeň zranitelnosti energetického systému – nízká, střední a vysoká zranitelnost (viz schéma 1). Například importní závislost² u plynu se pohybuje ve třech kategoriích: nízká ($\leq 10\%$), střední (30 %-40 %) a vysoká závislost na importech ($\geq 70\%$). V druhém kroku je bráno v úvahu, jak se jednotlivá rizika vzájemně ovlivňují, a jak odolnost energetického systému může vést ke snížení specifických rizik. Příkladem může být situace, kdy vysoké množství plynovodů a LNG terminálů snižuje riziko importní závislosti. Toto kritérium však není relevantní pro země, kde převažují domácí zdroje (produkce). Závěrem je země zařazena do jedné z pěti kategorií (A-E), která určuje profil její energetické bezpečnosti. Do stejné skupiny jsou zařazeny země s podobným poměrem rizika a odolnosti. Kategorie A značí nižší riziko/vyšší odolnost, a

² Importní závislost je vypočítána: $(\text{import} - \text{export}) / \text{hrubá celková dostupná energie}$

tudíž vyšší energetickou bezpečnost. Kategorie E naopak značí vyšší riziko/nížší odolnost, tím pádem i nižší energetickou bezpečnost (IEA, 2011a, s. 10-13).

Schéma 1: Postup při hodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu (IEA, 2011a, s. 27)



Postup při hodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu je následující (viz schéma 1). Prvně jsou země seřazeny podle své importní závislosti. Země s nízkou importní závislostí skončí v kategorii A. Dále jsou země s vysokou importní závislostí posuzovány podle jejich externí a domácí odolnosti vůči přerušení dodávek. Prvně je zkoumán podroben indikátor importní infrastruktury, kdy je zhodnocena kvalita infrastruktury ve zkoumané zemi (bližší klasifikace a operacionalizace modelu viz kapitola 4.1). Následuje zhodnocení diverzifikace dodavatelů. Posledním zkoumaným kritériem je domácí odolnost reprezentovaná denní výtěžností plynových zásobníků. Nakonec je země přiřazena do jedné z kategorie A až E (IEA, 2011b, s. 10).

Model je limitován tím, že je zaměřen pouze na krátkodobou energetickou bezpečnost dodávek, a tím pádem neuvažuje faktory, které nabývají relevance ve

střednědobém či dlouhém období. Uvažována též není ekonomická dimenze (affordability) energetické bezpečnosti, a to ceny energií a jejich volatilita (IEA, 2011b, s. 5).

2.2 Indikátory dlouhodobé energetické bezpečnosti

Mezi dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti patří enviromentální faktory, zásoby energetické suroviny, ceny energií či vývoj poptávky (spotřeby) po určitém palivu. Z enviromentálního hlediska je důležité, aby energetické systémy byly dlouhodobě udržitelné a společensky akceptované. Produkce a užívání zemního plynu by měla být přijatelná z enviromentálního a společenského hlediska. Optimální je minimalizovat vliv energetiky na životní prostředí tak, aby nebyly narušeny stávající ekosystémy (viz kapitola 1.0). Znečištění a degradace přírody by neměla převýšit obnovovací kapacitu ekosystémů a neobnovitelné zdroje by měly být vyčerpávány tempem nepřevyšujícím regeneraci obnovitelných zdrojů (Sovacool, 2011, s. 9-11). Upřednostňovány by měly být ty zdroje, které operují s nejnižší zátěží pro životní prostředí.

Energetické zásoby, které jsou pro světovou ekonomiku vytěžitelné za pomoci stávajících technologií (nebo i celkově prokázané zásoby) jsou často považovány za přímý indikátor energetické bezpečnosti. Nicméně, toto téma provází velká míra nejistoty ohledně velikosti zásob fosilních zdrojů a potenciálu jejich extrakce. Dosud neexistuje všeobecný konsensus o velikosti dostupných zásob (Kruyt, 2011, s. 293-294). Na základě znalosti současných rezerv a míry produkce můžeme předpovídat, s jakou rychlostí vyčerpáme světové zásoby konvenčního a nekonvenčního zemního plynu. Problémem je, že tento přístup uvažuje pouze historická data a neuvažuje změny v poptávce po energiích či rostoucí technologickou vyspělost (Jewell, 2011, 336). Není možné přesně odhadnout, zda nebudou objeveny nové zdroje nebo nové technologie umožňující přístup k nekonvenční těžbě. Odhadované zásoby a míra, s jakou je vyčerpáme, jsou proto vysoce závislé na dosažené technologii, což je vidět například s rozvíjející se těžbou břidličného plynu v USA.

Dosavadní konsensus vychází z toho, že produkce konvenčního plynu by měla dosáhnout vrcholu (tzv. „gas peak“) až několik dekád po dosažení vrcholu v těžbě ropy (tzv. „oil peaku“). Především díky nové technologii z USA za poslední léta výrazně narostly odhadované zásoby nekonvenčního plynu (především z břidlice). Obecně existují menší obavy z rapidního nárůstu ceny zemního plynu, než jak je tomu u ceny ropy (GEA,

2012, 342-343). Adekvátnost vybavení domácí ekonomiky energetickými rezervami můžeme měřit pomocí ukazatele „reserves to production ratio“ (R/P). Tato metrika udává, kolik let bude trvat, než se vyčerpá domácí energetická surovina na základě současně zjištěných rezerv a současné produkce. Poskytuje nám pohled na dlouhodobý produkční potenciál vybraného zdroje. U zemí, které jsou čistými importéry daného zdroje s nízkými domácími rezervami, je však tento údaj zavádějící (Jewell, 2011, s. 336-337). Proto je tato metrika v případě Německa nevhodná.

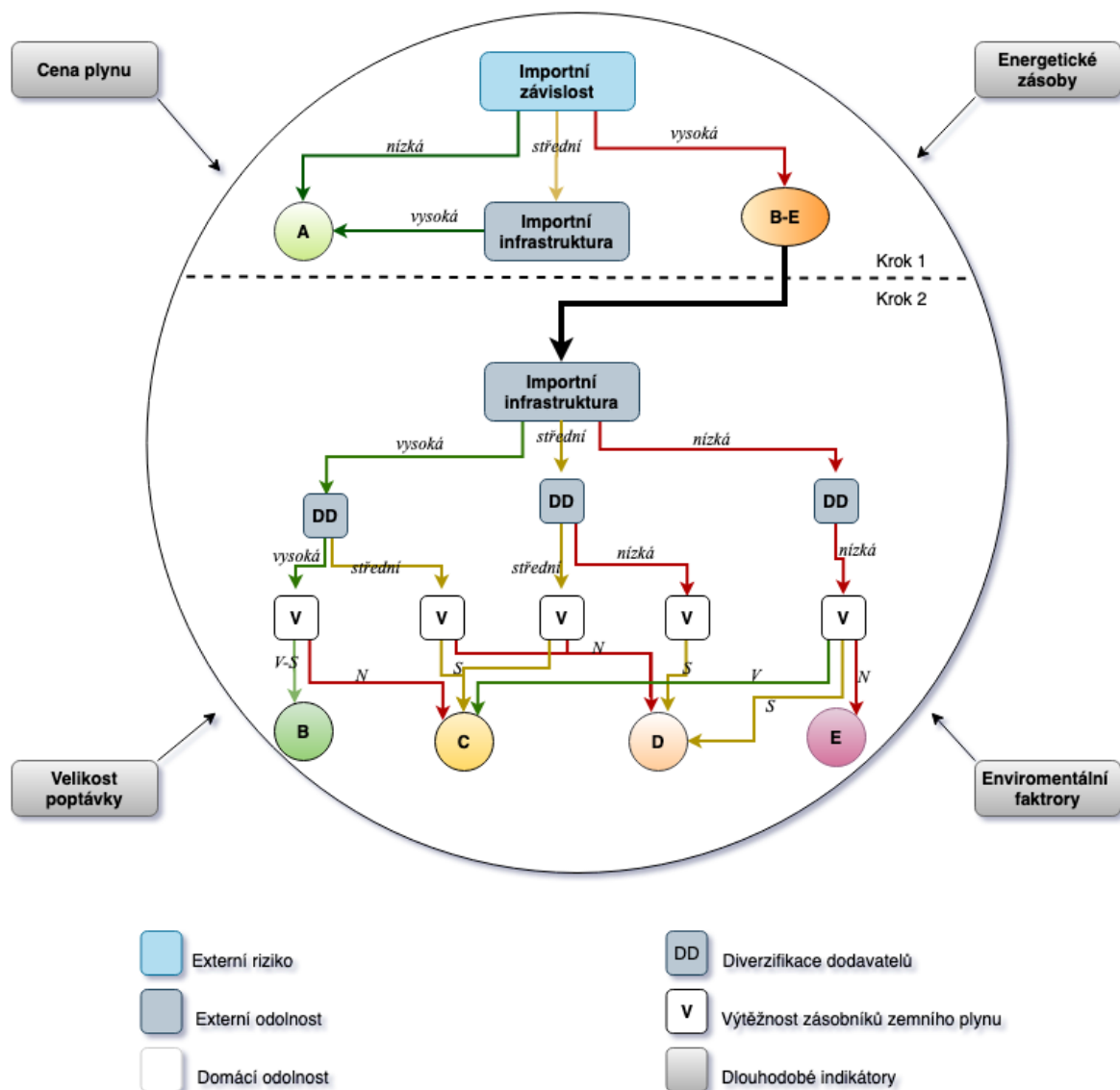
Výše cen energií je dalším dlouhodobým indikátorem energetické bezpečnosti. Cena odráží ekonomické důsledky vývoje energetických systémů a zdrojů. Hrozící nedostatek a vyčerpání zdrojů se často promítá do růstu jejich ceny (Kruyt, 2011, s.295). Ceny energií jsou spojeny s kritériem finanční dostupnosti „affordability“ (viz výše kapitola 1.0) a mohou růst jako výsledek krátkodobých fluktuací. Někdy však může být jejich navýšení trvalé. Vysoké ceny energií mohou poškodit sociálně slabé skupiny (vést k energetické chudobě) a dokonce snížit národní ekonomickou konkurenceschopnost. Cenová volatilita je pro energetické trhy typická. Není ale prospěšná z důvodu nemožnosti provádět dlouhodobé plánování. Vysoké ceny energií škodí především importérům, naopak velkým energetickým exportérům vysoké ceny vyhovují a zlepšují jejich vyjednávací pozici. Vrátime se však zpět k pohledu importéra energií. Na míru zranitelnosti vůči cenovým výkyvům má vysoký vliv energetická intenzita dané ekonomiky. Existuje vzájemná podmíněnost, prokazující, že čím je ekonomika energeticky intenzivnější, tím je více zranitelná vůči fluktuacím cen energetických komodit (Jewell, 2011, s. 338-339).

Posledním vybraným indikátorem dlouhodobé energetické bezpečnosti je vývoj poptávky po určité energetické surovině. Rostoucí poptávka po dané surovině by měla být v souladu s dostupnými rezervami (GEA, 2012, s. 342). Globální poptávka po zemním plynu má do budoucna stoupat, přičemž tento růst má dokonce převýšit růst globální poptávky po ropě. Nejvyšší růst poptávky po zemním plynu je predikován v asijských ekonomikách, a to zejména v Číně a Indii (IEA, 2019c, s. 180).

Schéma 2 zobrazuje nově vytvořený analytický rámec, hodnotící energetickou bezpečnost v sektoru zemního plynu jak z krátkodobého, tak z dlouhodobého hlediska. Model vznikl integrací výše popsaných krátkodobých a dlouhodobých kritérií. Krátkodobá kritéria vychází z primárního rozlišení mezi rizikem a odolností energetického systému vůči přerušení energetických dodávek. Na základě těchto faktorů jsou konstruovány

jednotlivé krátkodobé indikátory (importní závislost, importní infrastruktura, diverzifikace dodavatelů, denní výtěžnost plynových zásobníků, viz kapitola 2.1). Analýzou těchto indikátorů zjistíme stav krátkodobé bezpečnosti, která nám však říká, jaká je bezpečnost dodávek pouze v řádu dní až týdnů. Pokud se na energetickou bezpečnost chceme dívat z dlouhodobějšího hlediska, je tedy nutné do modelu integrovat dlouhodobé prvky. Dlouhodobé faktory (energetické zásoby, cena plynu, velikost poptávky, enviromentální faktory) působí na celý model plošně z důvodu jejich strukturální povahy, a proto působí přímo a rovnoměrně na výsledek krátkodobé energetické bezpečnosti. Kombinací krátkodobých a dlouhodobých indikátorů můžeme zkonstruovat model energetické bezpečnosti zohledňující obě časová hlediska (viz schéma 2).

Schéma 2: Modifikovaný analytický rámec pro zhodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu (vlastní zobrazení a přístup)



3.0 Německá Energiewende

Německá Energiewende neboli energetická tranzice, je velmi komplexním projektem, který je díky svému širokému zaměření závislý nejen na vývoji domácích, nýbrž i mezinárodních (evropských) energetických systémů. Jedná se o komplexní přeměnu energetického hospodářství, která svým rozsahem nemá v Evropě srovnání. Energiewende má dvě základní části. Prvně jde o odklon od využívání jaderné energie, a za druhé je to ochrana klimatu. Součástí je zrychlený ústup od využívání uhlí. Všechna tato témata jsou v německé energetické politice provázána (Černocho, Dančák, Ošička, 2015, s. 14-16).

Německá environmentální hnutí se do značné míry konsolidovala na odporu vůči jaderné energii. Protijaderná hnutí sílila v Německu od 60. let dvacátého století. Tato hnutí, artikuluující ekologická témata, se později zformovala ve stranu Zelených (Bündnis 90/Die Grünen). Ta se roku 1998 dostala do spolkové vlády. Vláda Zelených a SPD (Sozialdemokratische Partei Deutschlands), trvající od 1998 do 2005, poprvé započala kurz ústupu od jaderné energie. Roku 2002 bylo přijato rozhodnutí o postupném odpojování jaderných elektráren s jejich předpokládaným vyřazením z energetického mixu v roce 2021. Rudo-zelená koalice také prosadila první komplexní zákon na podporu obnovitelných zdrojů energie (Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, Černocho, Dančák, Ošička, 2015, s. 14-16).

Vzhledem k tomu, že v parlamentu nebyl mezi politickými stranami konsensus v oblasti jaderné politiky, v roce 2010 byl ústupový kurz pozměněn vládou CDU/CSU (Christlich Demokratische Union Deutschlands/ Christlich-Soziale Union in Bayern) a FDP (Freie Demokratische Partei), která prosadila opětovné prodloužení životnosti jaderných elektráren. Jejich provoz měl být prodloužen tak, aby poslední jaderná elektrárna byla odpojena zhruba před rokem 2040 (Radkau, Hahn, 2013, s. 358, 360). Na jádro bylo nahlíženo jako na tranzitní zdroj, který má umožnit přechod k obnovitelným zdrojům. Na základě těchto cílů byl roku 2010 spolkovou vládou, vedenou Angelou Merkel, vypracován energetický koncept, který stanovuje cíle a vodítka pro realizaci energetické přeměny v Německu (BMW, 2010, s. 4-5). O pár měsíců později, po schválení prodloužení životnosti jaderných elektráren (v březnu 2011), vedla havárie v japonské Fukušimě k dosažení historického konsenzu na politické i společenské úrovni. Ihned po havárii bylo vyhlášeno tříměsíční moratorium. Všechny jaderné elektrárny byly podrobeny bezpečnostní kontrole a sedm nejstarších bylo odstaveno. V červnu 2011 bylo rozhodnuto

o definitivním odstoupení od jaderné energetiky, a to do roku 2022. Tento ústup byl na rozdíl od těch předchozích pevně vázán na stanovené datum, a ne na zbytkové množství elektřiny, které elektrárny ještě mohou vyrobit (Černoch, Dančák, Ošička, 2015, s. 18-19). Elektrárny se měly odpojovat postupně v několika fázích, a to v letech 2011, 2015, 2017, 2019, 2021 a 2022 (BMW_i, 2011, s. 1).

Jak již bylo zmíněno výše, v roce 2010 definovala německá spolková vláda v Energetickém konceptu (BMW_i, 2010) základní cíle pro přeměnu na bezemisní hospodářství do roku 2050. Tato energetická koncepce byla později doplněna dalšími vládními usneseními, které pozměnily roli jádra v energetickém mixu (oproti tomu, jak byla stanovená v energetické koncepci) a stanovily jeho omezenou životnost do roku 2022 (BMW_i, 2011). V těchto dokumentech je zakotven komplexní koncept Energiewende, který má za cíl přestavět energetické hospodářství z fosilních a jaderných zdrojů na obnovitelné zdroje. Energiewende je koncipovaná na základě priority zajistit spolehlivé, ekonomické a enviromentální přijatelné energetické zásobování (BMW_i, 2016). Nejpozději do roku 2050 má být minimálně 80 % spotřeby elektřiny a 60 % celkové konečné spotřeby energie vyráběno z obnovitelných zdrojů. Energiewende zakotvuje další cíle i pro emise skleníkových plynů či pro redukci spotřeby energií a tepla (viz tabulka 2).

Tabulka 2: Základní cíle Energiewende (BMW_i, 2017, s. 18)

	2020	2030	2040	2050
<i>Emise skleníkových plynů (oproti roku 1990)</i>	-40%	-55%	-70%	-80%
<i>Spotřeba primární energie (oproti roku 1990)</i>	-20%	-	-	-50%
<i>Poptávka po elektřině (oproti roku 2008)</i>	-10%	-	-	-25%
<i>Spotřeba tepla v rezidenčním sektoru</i>	-20%	-	-	-
<i>Podíl OZE na spotřebě elektřiny</i>	min. 35%	min. 50%	min. 65%	min. 80%
<i>Podíl OZE na konečné spotřebě energie</i>	18%	30%	45%	60%

Mimo navýšení podílu obnovitelných zdrojů v energetickém mixu, Energiewende usiluje o dosažení energetické efektivity. V průmyslu bylo dosud dosaženo značných energetických úspor. Prostor pro zlepšení je nadále v malých podnicích či starých budovách. Energetická efektivita budov je proto vysoce podporována vládními dotacemi. Emise CO₂ spojené s provozem budov se mohou vyšplhat až na 40 % celkových emisí CO₂. Dalším cílem je i redukce spotřeby elektřiny (TüD, 2019).

V důsledku růstu tlaku na rychlejší ústup od uhlí vládní kabinet schválil počátkem roku 2020 návrh zákona, který má ukončit produkci elektřiny z uhlí, nejpozději do roku 2038 (Schmidt, 2020). Uhelne elektrárny by měly být odstaveny v několika fázích, počínaje rokem 2020 (Berg, 2020). Kromě zrychleného ústupu od jaderné energetiky se tak německá energetika bude muset vypořádat s urychleným odstoupením od uhelných zdrojů. Do budoucna bude proto klíčové nahrazení instalované kapacity těchto zdrojů.

Vzhledem k tomu, že tato práce se do velké míry zabývá vlivem ruského zemního plynu na energetickou bezpečnost Německa, bude v následujících odstavcích popsán jeden z klíčových projektů rusko-německé spolupráce v oblasti plynového zásobování. Jedná se o plynovod Nord Stream, který zásobuje Německo ruským plynem. Nord Stream je plynovod vedoucí po dně Blatského moře, a který napřímo propojuje Rusko s Německem. Nord Stream 1 vede z ruského Wyborgu do Německého Greiswaldu odkud je ruským plynem zásobováno nejen Německo, nýbrž i další evropské státy. Jednou z největších výhod je skutečnost, že zde neexistují žádné tranzitní země, které by ohrožovaly plynulý chod dodávek. Plynovod je dlouhý 1 224 kilometrů a tvoří ho dvě potrubí o celkové kapacitě 55 miliard m³ zemního plynu ročně (Nord Stream, 2014). První potrubí bylo zprovozněno v roce 2011 a druhé v roce 2012 (Nord Stream, 2013). Hlavním akcionářem projektu je ruský koncern Gazprom, který disponuje 51 % akcií. Německé podniky Wintershall a E.ON Ruhrgas vlastní po 16 %, nizozemská společnost Gasunie a francouzská GDF SUEZ drží každá devítiprocentní podíl (Nord Stream, 2014).

Nord Stream 2 je projekt, který rozšiřuje již dvě dostavěná potrubí Nord Streamu 1 o další třetí a čtvrté potrubí. Nord Stream 2 vede podél již stávajícího potrubí a měří 1 200 kilometrů. Tento nový plynovod rozšiřuje exportní kapacitu Nord Streamu z původních 55 na 110 miliard m³. Stejně jako Nord Stream 1 je i jeho rozšíření privátně financovaný projekt. Ruskému Gazpromu náleží dominantní podíl ve výši 50 % akcií. Na zbylých 50 % se podílí francouzský koncern Engie, rakouské OMV, holandsko-britská Shell a německé podniky UNIPER a Wintershall/BASF (Eitze, Philipps, Höfner, 2019, s. 2-3). Náklady projektu jsou vyčíslovány okolo 100 miliard USD (Koenig, 2020, s. 1).

Již od počátku měl Nord Stream podporu německé vlády. Vláda kancléře Gerharda Schrödera podporovala stavbu tohoto plynovodu a samotný kancléř se zasazoval o rozvíjení obchodních vztahů s Ruskem. V roce 2005 byla za přítomnosti kancléře Schrödera, prezidenta Putina a zástupců zúčastněných podniků podepsána dohoda o

záměru vybudovat plynovod Nord Stream. Rudo-zelená vláda považovala zemní plyn za tranzitivní zdroj, který umožní krátkodobě nahradit jiné fosilní zdroje, než budou tuto roli schopny převzít obnovitelné zdroje. Schröderova následovnice, kancléřka Angela Merkel, považovala plynovod za strategický projekt, a proto mu od počátku vyjádřila podporu. Německá spolková vláda tak od počátku sledovala dva hlavní zájmy. Zaprvé prohloubení bilaterálních obchodních vztahů s Ruskem, a zajištění dlouhodobých zásob zemního plynu pomocí diverzifikace tranzitních cest (Hoffmann, 2012, s. 273). Nord Stream garantuje přístup k ruským zásobám bez možnosti přerušení dodávek ze strany tranzitních států.

Na celoevropské úrovni byl tento plynovod vnímán zprvu pozitivně a byl považován za klíčový projekt pro budoucí zásobování Evropy (Casny, 2007, s. 68). To se změnilo roku 2006 po vypuknutí první rusko-ukrajinské plynové války, kdy byly přerušeny dodávky ruského zemního plynu do Evropy. To výrazně zasáhlo především východní členy EU. V důsledku plynových válek vzrostly pochybnosti o tom, zda lze považovat Rusko za spolehlivého dodavatele energetických surovin a EU se raději zaměřila na neruské projekty. Evropská komise i většina Evropského parlamentu se staví spíše proti projektu Nord Stream. Berlín naopak tvrdí, že se jedná o převážně komerční projekt, který bude posilovat evropskou energetickou bezpečnost (Umbach, 2018, s. 1). Nord Stream tak dodnes vyvolává silný konflikt na půdě EU, kde se proti němu staví především východní členské země. Pobaltské státy, Polsko a další, kteří jsou již v současnosti výrazně závislí na ruském plynu, se obávají dalšího navyšování závislosti. Německu je vyčítáno, že navyšuje svou energetickou bezpečnost na úkor ostatních členů společenství. Nord Stream také poškozují ekonomické zájmy zemí, přes které dosud vedly stávající ruské plynovody do Evropy, a které tudíž těžily na tranzitních poplatcích. Toto téma vyvolalo rozkol mezi členy EU a oslabilo společný postup při budování energetické unie na evropské úrovni (Cupalová, 2008, s. 169, 179-180).

Dokončení plynovodu Nord Stream 2 komplikuje nutnost získání povolení od jednotlivých států, v důsledku zasahování plynovodu do výlučné ekonomické zóny Dánska, Finska či Švédska. Spojené státy se výrazně staví proti dokončení plynovodu a argumentují, že projekt ohrožuje energetickou bezpečnost EU a zvyšuje závislost na ruském plynu. Plynovod navíc poškozují americké obchodní zájmy. Ruský plyn tvoří na evropském trhu silnou konkurenci případným americkým dodávkám zkapalněného zemního plynu do Evropy. V prosinci roku 2019 byly americkým senátem schváleny

sankce mířené na společnosti spolupracující na dokončení Nord Streamu 2. Sankce přiměly společnosti k pozastavení prací na plynovodu. Rusko však prohlásilo, že bude pokračovat v dokončování plynovodu i bez zahraniční pomoci a dokončuje plynovod za pomoci svých konstrukčních kapacit (Koenig, 2020, s. 1-3). Z důvodu těchto komplikací se plánované dokončení plynovodu odhaduje mezi koncem roku 2020 až počátkem roku 2021 (Astrasheuskaya, 2020).

4.0 Německá energetická bezpečnost v sektoru zemního plynu

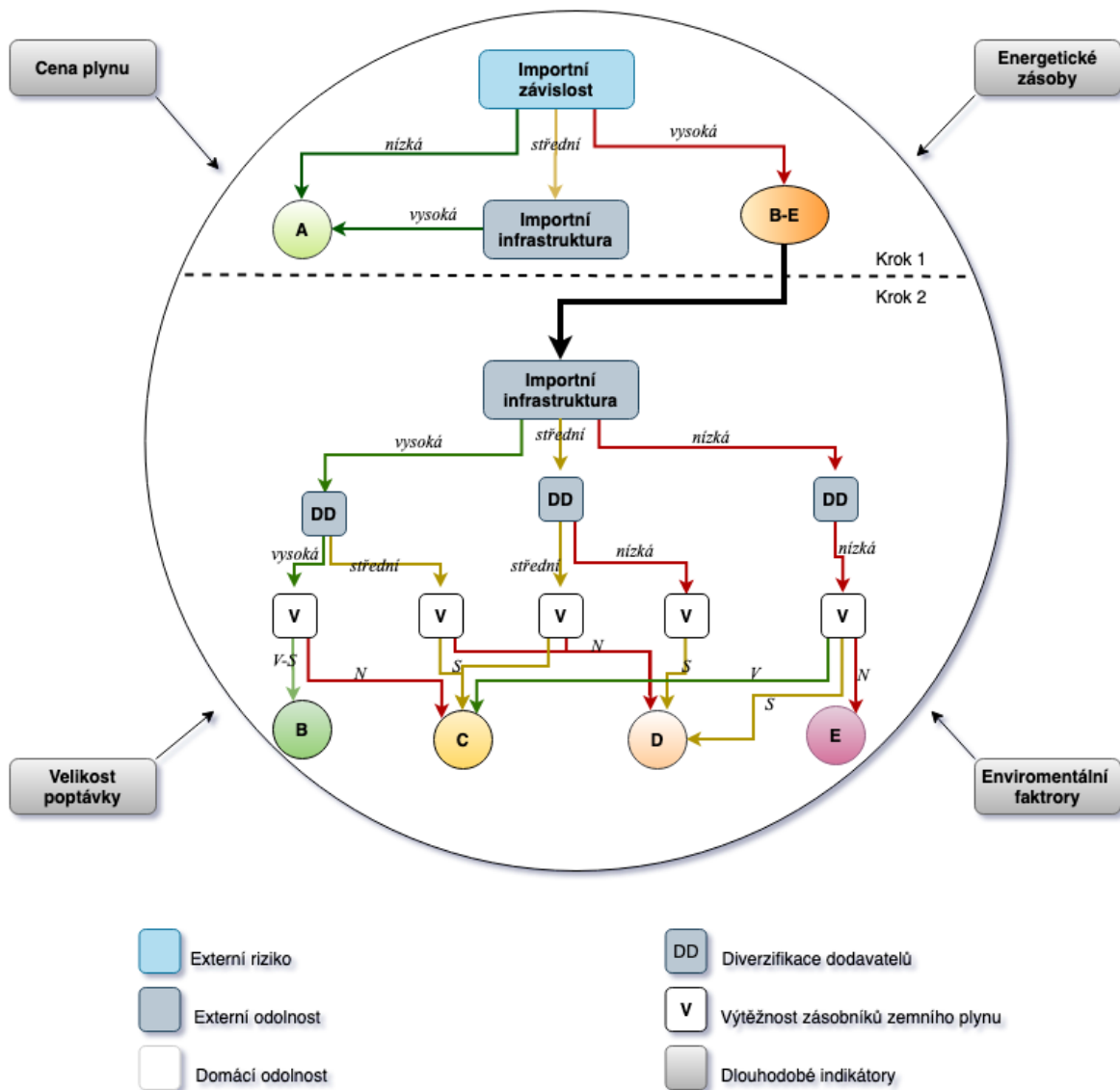
Nově vytvořený analytický rámec, měřící energetickou bezpečnost, bude v této podkapitole aplikován na německý plynový sektor. Prvně bude zkoumán současný stav energetické bezpečnosti Německa při omezení na sektor zemního plynu. Zkoumány budou jak krátkodobé, tak dlouhodobé indikátory. V analýze postupujeme strukturovaným způsobem po směru šipek vyznačených ve schématu 3. V podkapitole 4.4 bude nastíněn historický vývoj plynové bezpečnosti Německa od roku 2000 až do roku 2018 tak, aby bylo možné učinit závěry, zda dochází k jejímu postupnému zlepšení a v čem spočívají hlavní hrozby.

4.1 Krátkodobé indikátory energetické bezpečnosti

Prvním a zároveň nejdůležitějším indikátorem krátkodobé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu je *importní závislost* (1. krok, viz schéma 3), která identifikuje míru externího rizika, kterému je Německo vystaveno ve svých odběratelských vztazích. Toto kritérium je klíčové, protože s rostoucí závislostí na dovozech se dotčená země stává čím dál zranitelnější vůči přerušení dodávek zemního plynu, vzhledem k její nízké schopnosti pokrýt poptávku domácími zdroji. Země můžeme rozdělit do tří kategorií: země s nízkou importní závislostí ($\leq 10\%$) a čistí exportéři; země se střední importní závislostí (30-40 %); a s vysokou závislostí na importech ($\geq 70\%$, IEA, 2011a, s. 25). V případě, že by země měla nízkou importní závislost (pod 10 %), skončila by ve skupině A, která se vyznačuje vysokou mírou energetické bezpečnosti. Ekonomika by v tomto případě pokrývala většinu produkce z domácích zdrojů a nebyla by vystavena vnější nestabilitě. V případě Německa je stav odlišný. Německo patří mezi státy s nízkými zásobami energetických surovin (kromě uhlí). Zároveň je to největší ekonomika v Evropské unii, a proto má i nejvyšší spotřebu zemního plynu (ale i nejvyšší spotřebu energií obecně). Německo dováží většinu celkové poptávky po zemním plynu. V roce 2018 byla importní závislost Německa na zemním plynu 96 %³ (Eurostat, 2020). Pouze čtyři procenta německé poptávky po zemním plynu byla pokryta z domácích zdrojů. Tímto se řadí do skupiny zemí s vysokou závislostí na importech (šipka „vysoká“, viz schéma 3).

³ Importní závislost je vypočítána jako: (import-export) /hrubá celková dostupná energie

Schéma 3: Modifikovaný analytický rámec pro zhodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu (vlastní přístup a zobrazení)



Politická stabilita dodavatelů zemního plynu patří též mezi externí rizikové faktory. Mezi hlavní dodavatele německého plynu za rok 2018 patří Rusko (57 % z celkového importu), Nizozemí (34%) a Norsko (5 %) (IEA, 2019a, II.22). Pro výpočet indexu politické stability⁴ je použit Index lidského rozvoje (HDI, od UNDP) a je počítán jako vážený průměr dodavatelských zemí. Tento index se pohybuje od 0 do 1, přičemž čím je vyšší hodnota indexu, tím vyšší politická stabilita a stupeň rozvoje panuje v dané zemi. Index politické stability německých dodavatelů pro rok 2018 je 0,87 (vlastní výpočet na základě dat z UNDP, 2019). Tato hodnota je pod průměrem OECD a negativně jí ovlivňuje HDI

⁴ Místo indexu OECD „political stability rating“ byl vybrán index HDI, a to z toho důvodu, že země jako Norsko a Nizozemí nejsou klasifikovány indexem OECD.

Ruska, které dosahuje nejnižší hodnoty ze všech německých dodavatelů (ve výši 0,82). Zbytek zemí – Norsko (0,95) a Nizozemí (0,93) - mají nadprůměrně vysoký HDI a zlepšují průměr (UNDP, 2019). Díky zvyšující se váze Ruska a snižující se váze ostatních dodavatelů, index v čase klesá (v roce 2015 se index rovnal hodnotě 0,89; UNDP, 2019). Až na Rusko se jedná o vysoce politicky stabilní země, které dosud nevyužily energetických dodávek jako politického nástroje. Naopak Rusko je politicky méně stabilní a energetické dodávky již několikrát využilo k politickým motivům, i když ne proti samotnému Německu. Závěrem můžeme konstatovat, že dodavatelé zemního plynu jsou středně politicky stabilní. Negativně působí vysoké zastoupení Ruska, které snižuje celkovou hodnotu indexu. Norsko a Nizozemsko, které se v žebříčcích umísťují na prvních příčkách, celkovou politickou stabilitu značně vylepšují. Rostoucí váha Ruska na dodávkách zemního plynu by znamenala pokles hodnoty indexu HDI.

Importní závislost spolu s politickým rizikem nám udává velikost rizika přicházejícího z vnější. Toto riziko je vysoké z důvodu vysoké importní závislosti Německa a střední hodnoty indexu politické stability německých dodavatelů. Index politické stability navíc v čase klesá a importní závislost roste. Následující krátkodobé indikátory určují, do jaké míry je ekonomika schopna odolávat rizikům způsobených externími aktéry hospodářských vztahů.

Vrátíme-li se zpět ke schématu postupu, v druhém kroku je země (Německo) zařazena do jedné ze skupin B až E, v závislosti na její interní (domácí) a externí odolnosti vůči vnějším rizikům. Indikátorem externí odolnosti je *importní infrastruktura*. Zemní plyn může být transportován dvěma způsoby, a to buď jako zkapalněný zemní plyn (LNG) pomocí tankerů anebo tradičně potrubím. Čím více vstupní infrastruktury země má, tím více je odolná vůči přerušení dodávek. LNG terminály mají vyšší odolnost než zemní plyn vázaný na potrubí, jelikož LNG je možné kupovat na spotovém trhu (trh na kterém je předmět transakce dodán okamžitě a transakce je vypořádána během spotového data), který není natolik monopolizovaný, jako je tradiční trh se zemním plynem, kterému dlouhodobě dominovaly dlouhodobé kontrakty (IEA, 2011a, s. 26). To se v posledních letech změnilo a krátkodobé kontrakty a obchody na spotovém trhu zaznamenaly vysokou dynamiku. S postupnou liberalizací plynového trhu a vzestupem trhu s LNG roste význam spotového trhu, který již tvoří v Evropě dominantní podíl na celkových obchodech. Roste objem plynových obchodů, které jsou organizované na spotovém trhu místo formou bilaterálních

kontraktů (Chyong, 2015, s. 13). Rusko již od roku 2013 u některých dlouhodobých kontraktů zavádí defacto indexaci na spotové ceny (pomocí zpětného vyplacení rozdílu mezi spotovou a kontraktní cenou) (Mitrova, 2015, s. 39). Méně flexibilní tradiční dlouhodobé kontrakty s indexací na cenu ropy ale v ruských plynových obchodech stále přetrvávají (Europe, 2018).

Německo má v současné době širokou síť plynovodů, přinášející do Německa plyn z Ruska, Norska a Nizozemí (z menší části i ze Spojeného království a Dánska). Plynové dodávky z Norska se dostávají do Německa třemi plynovody: Norpipe, Europipe I a Europipe II. Celkově mají kapacitu 54 mld. m³. Ruské dodávky plynu přichází do Německa také třemi plynovodními systémy, a to Nord Streamem I (55 mld. m³), Jamalem (33 mld. m³) a Ukrajinským plynovodním systémem (120 mld. m³). Nord Stream II by měl po svém dokončení rozšířit kapacitu o dalších 55 mld. m³. Nizozemský plyn je transportován do Německa čtyřmi plynovody (IEA, 2019a, s. 365). Celkem disponuje Německo deseti přeshraničními plynovody/plynovodními sítěmi, kterými je propojeno se svými zahraničními dodavateli (viz tabulka 3 udávající rozmezí pro klasifikaci jednotlivých indikátorů). I přesto, že v současné době nemá žádný LNG terminál, tak je výborně infrastrukturně propojené se zahraničím a jeho infrastruktura je velice dobře diverzifikována (na schéma 3 se posouváme ve směru šipky „vysoká“). V současnosti si určité německé společnosti rezervovaly kapacitu LNG terminálů v nizozemském Rotterdamu (IEA, 2014a s. 211). Odolnost plynovodní infrastruktury by zvýšil terminál LNG na německém území, který by zajistil konstantní přístup k flexibilním světovým dodávkám zkapalněného plynu.

Tabulka 3: Rozmezí pro indikátory, zemní plyn (IEA, 2011a, s. 26)

Dimension	Indicator		Low	Medium	High
External risk	Import dependency		≤10%	30%-40%	≥70%
	Political stability of suppliers		<1.0	1.0-4.0	≥4.0
Domestic risk	Share of offshore production		≤30%	≥80%	
External resilience	Diversity of suppliers		>0.6	0.30-0.6	≤0.30
	Entry points	Ports	0	1-2	≥3
		Pipelines	1-2	3-4	≥5
Domestic resilience	Send-out capacity		<50%	50%-100%	>100%
	Natural gas intensity, bcm/\$1000 USD		<20	20-60	>60

Druhým indikátorem externí odolnosti je *diverzifikace dodavatelů*. Dodavatelé by měli být dostatečně diverzifikováni tak, aby země nebyla na žádném partnerovi obchodních vztahů výrazně závislá. Indikátor lze vypočítat pomocí Herfindahl-Hirschman indexu (HHI), který měří koncentraci firem a konkurenci v daném odvětví. Je definován jako součet čtverců individuálních tržních podílů jednotlivých firem na trhu. Výsledky se pohybují mezi 0 a 1, přičemž 1 znamená, že na trhu existuje pouze 1 firma neboli monopol. V momentě, kdy se HHI přibližuje nule, konkurence narůstá. HHI lze vypočítat následovně (QAESWG, 2011, s. 11):

$$H = \sum_{i=1}^N s_i^2$$

kde s_i je tržní podíl firmy i na daném trhu a N je celkový počet firem na trhu. Země se v modelu dělí podle velikosti HHI na země s vysokou diverzifikací (<0.3), se střední diverzifikací (0.3–0.6) a na země s nízkou diverzifikací dodavatelů zemního plynu (>0.6; viz rozmezí pro jednotlivé indikátory v tabulce 3). V roce 2018 měl indikátor HHI hodnotu 0,44 (vlastní výpočet). Země má tedy střední diverzifikaci dodavatelů (postupujeme ve směru šipky „střední“, viz schéma 3), a to především z důvodu oligopolního charakteru trhu. Na dodavatelském trhu zemního plynu jsou přítomni pouze tři velcí hráči – Rusko, Norsko a Nizozemí. Rusko má za rok 2018 rekordní podíl na celkových dodávkách do Německa ve výši 57 %. Je to nejvyšší hodnota v historii. Naopak podíl Norska je rekordně nízký z důvodu utlumování jejich těžby, a to ve výši 5 %. Nizozemí má podíl 34 %. Tato hodnota však nemá potenciál k dalšímu růstu vzhledem k utlumování těžby v nizozemském Groningenu (IAE, 2019a, II.22). Největší hrozba tak spočívá v dalším navyšování podílu Ruska, které má již majoritní podíl, a v současném poklesu zastoupení ostatních dodavatelů. Německo by si proto mělo do budoucna zajistit jiné perspektivní dodavatele s dostatečnými zásobami zemního plynu, kteří budou schopni zajistit dlouhodobou německou poptávku. Německé dodávky plynu jsou v současnosti pokryty primárně dodávkami z plynovodního potrubí. I přesto, že má Německo přístup k holandskému LNG terminálu, jsou tyto obchody stále zanedbatelné (Roux, 2019).

V následujícím kroku zhodnotíme domácí odolnost pomocí ukazatele *denní výtěžnosti zásobníků zemního plynu* (denní send-out capacity). Ta je vypočtena vydělením maximálního denního těžebního výkonu zásobníků (jak podzemních, tak LNG) maximální denní poptávkou po plynu (IEA, 2011a, s. 26). Maximální denní výtěžnost zásobníků nám

udává, jaké množství zemního plynu jsme schopni získat ze zásobníků během jednoho dne v případě, že bude třeba pokrýt náhlý výpadek dodávek zemního plynu. Celková hodnota indexu značí, do jaké míry mohou zásobníky pokrýt krátkodobý nesoulad mezi nabídkou a poptávkou, a tak zabránit potenciálnímu blackoutu a nedostatku energií. Kritérium určuje, do jaké míry se mohou zásobníky zemního plynu vypořádat s rizikem výpadku plynových dodávek. Bohužel není možné vypočítat aktuální hodnotu daného indexu, a to z důvodu nedostupnosti dat o velikosti maximální denní poptávky po plynu v Německu. Jediné dohledatelné údaje poskytuje IEA pro rok 2011 (Simson a Min, s. 7). Německo v roce 2011 dokázalo pokrýt 90 % své maximální denní poptávky z podzemních zásobníků zemního plynu (Simson a Min, s. 9). Země dosud nevlastní jiná než podzemní úložiště. Podle tohoto ukazatele má Německo střední úroveň výtěžnosti zásobníků zemního plynu (postupujeme ve směru šipky „střední“ viz schéma 3).

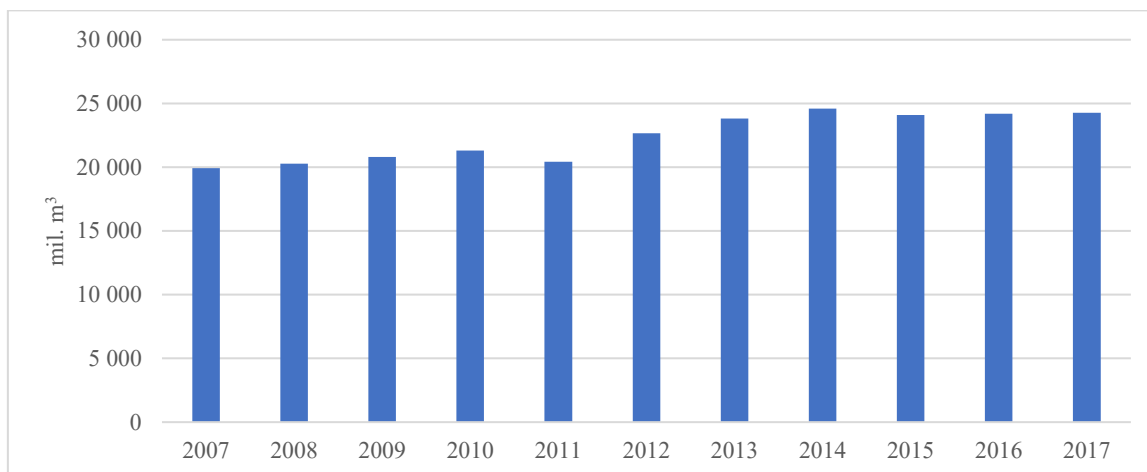
Z důvodu nedostupnosti dat modifikujeme index tak, aby bylo možné měřit aktuální vývoj. Maximální denní těžební výkon zásobníků budeme dělit (místo maximální denní poptávkou) hodnotou průměrné denní spotřeby:

Denní send-out kapacita = maximální denní těžební výkon zásobníků/průměrná denní spotřeba

Tento index bude spíše ilustrativního charakteru tak, abychom mohli zachytit aktuální vývoj. Rostoucí hodnota indexu bude značit, že se domácí odolnost energetického systému zvýšila a německé hospodářství je více rezistentní vůči krátkodobým výpadekům dodávek. Je důležité upozornit, že se jedná o krátkodobý indikátor a poptávku by bylo možné pokrýt v řádu dní až týdnů. Nejedná se o dlouhodobé řešení. Na základě výpočtů měl v roce 2017 modifikovaný index hodnotu 2,6 (vlastní výpočty na základě Hohmann, 2019; IEA, 2019a), což značí více jak dvojnásobný pokryv průměrné denní spotřeby ze zásobníků. Oproti roku 2011, kdy měl modifikovaný index hodnotu 2,2 (vlastní výpočty na základě Hohmann, 2019; IEA, 2019a), se jedná o nárůst, domácí odolnost Německa tedy vzrostla. Je to způsobené především růstem kapacity zásobníků plynu, kterou se daří konstantně navyšovat (viz graf 1), a za posledních deset let rostla rychleji než průměrná spotřeba plynu. Zlepšení hodnoty indexu je způsobeno právě nárůstem kapacity díky výstavbě nových zásobníků. Negativně působí rostoucí spotřeba plynu, ale i přesto byl tento nárůst pokryt nárůstem skladovací kapacity i maximální denní výtěžnosti. Německo má nejvíce zásobníků (i největší kapacitu zásobníků) v celé EU. Zároveň má ale i nejvyšší spotřebu plynu, takže pokud vztáhneme kapacitu zásobníků k jeho spotřebě, dokáže

Německo pokrýt 27 % (vlastní výpočty na základě Hohmann, 2019; IEA, 2019a) své roční spotřeby plynu ze svých zásobníků. Na základě aktuálního modifikovaného indexu má Německo střední hodnotu denní výtěžnosti plynových zásobníků (postupujeme ve směru šipky „S“, viz schéma 3).

Graf 1: Vývoj kapacity zásobníků zemního plynu v Německu (maximální objem v mil. m³, vlastní výpočty na základě BDEW, 2018)



Z předchozí analýzy plynové bezpečnosti vyplývá, že Německo má celkem střední úroveň externí odolnosti a střední úroveň domácí odolnosti. Německo tedy patří do skupiny C (viz schéma 3). Jedná se o zemi (skupinu), která se vyznačuje vysokou mírou externího rizika, že dodávky plynu budou přerušeny, vzhledem k potřebě importovat většinu národní poptávky po zemním plynu. Celková odolnost vůči přerušení dodávek je na střední úrovni. Energetický systém nemá dispozice plně absorbovat případný šok, ale na druhou stranu je vybaven určitými mechanismy, které zmírňují dopady externích i domácích rizik (jako je dobré vybavení plynovými zásobníky, střední diverzifikace dodavatelů či střední diverzifikace dopravní infrastruktury). Krátkodobá energetická bezpečnost Německa v sektoru zemního plynu je tedy na střední úrovni.

4.2 Dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti

Dosud jsme identifikovali pouze krátkodobou bezpečnost dodávek zemního plynu. Otázkou zůstává, jak se vyvíjí dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti. Dlouhodobé indikátory působí plošně na celý model (viz schéma 3) a ovlivňují dlouhodobý stav energetického hospodářství. V následujících odstavcích budou

zhodnocena dlouhodobá kritéria, a nakonec provedeno celkové vyhodnocení současného stavu (krátkodobé i dlouhodobé) energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu.

4.2.1 Enviromentální faktory

Prvně se zaměříme na enviromentální hledisko. Pro celkové fungování energetického systému je důležitá společenská přijatelnost zemního plynu jako energetického paliva. Zemní plyn má obecně mezi Němci vysokou přijatelnost. Využívání zemního plynu jako energetického zdroje podporuje 88 % Němců, přičemž dalších 13 % je spíše proti a výrazných odpůrců jsou 2 % (zbytek neví) (Statista, 2011; Süptitz a Schlereth, 2017, s. 6). Společenská akceptace plynu je tedy velmi vysoká, a to především pokud ji srovnáme s nízkou přijatelností jádra a uhlí. Zemní plyn má z fosilních paliv nejnižší emise (zhruba polovinu toho co uhlí), a proto je i více environmentálně přijatelný (mluvíme-li o konvenční těžbě) (Dickel, 2014, s. 79).

Na druhou stranu existuje v německé společnosti silný odpor proti nekonvenční těžbě zemního plynu – nekonvenčnímu frakování. Pomocí metody frakování je díky nově dostupným (americkým) technologiím možné vytěžit dříve nedostupné zásoby zemního plynu z břidlice. Nekonvenční frakování je však vzhledem ke své novotě poměrně neprobádanou oblastí a není dosud jasné, jaké bude mít tento způsob těžby dlouhodobé důsledky na životní prostředí. Mimo USA se diskutuje i o započítání frakování v Evropě. Německo disponuje nekonvenčními zásobami plynu o velikosti 0,32-2,34 bilionů m³, což by na dlouhou dobu pokrylo německou domácí spotřebu. Německo by bylo díky tomu schopné snížit svou importní závislost. Největší rezervy leží Dolním Sasku a Severním Porýní-Vestfálsku. Jedná se o hustě osídlené oblasti, což by komplikovalo případnou těžbu. V současnosti je kvůli ekologickým rizikům v Německu nekonvenční frakování zakázáno. Německá společnost zaujímá převážně odmítavý postoj, co se týče nekonvenčního frakování. Lidé se obávají potenciálních hrozeb tohoto způsobu těžby, jako je kontaminace pitné a podzemní vody, devastace přírody, či produkce škodlivých plynů, jako je metan. Nekonvenční frakování je též dáváno do souvislosti se zintenzivněním zemětřesení. Břidličný plyn je proto méně ekologický než konvenční zemní plyn (Süptitz a Schlereth, 2017, s. 5-7; 21-22).

Co se týče ruského plynu, tak i přes obavy z vyšší závislosti na energetických dodávkách z Ruska, Německo stále podporuje projekt plynovodu Nord Stream. Německá

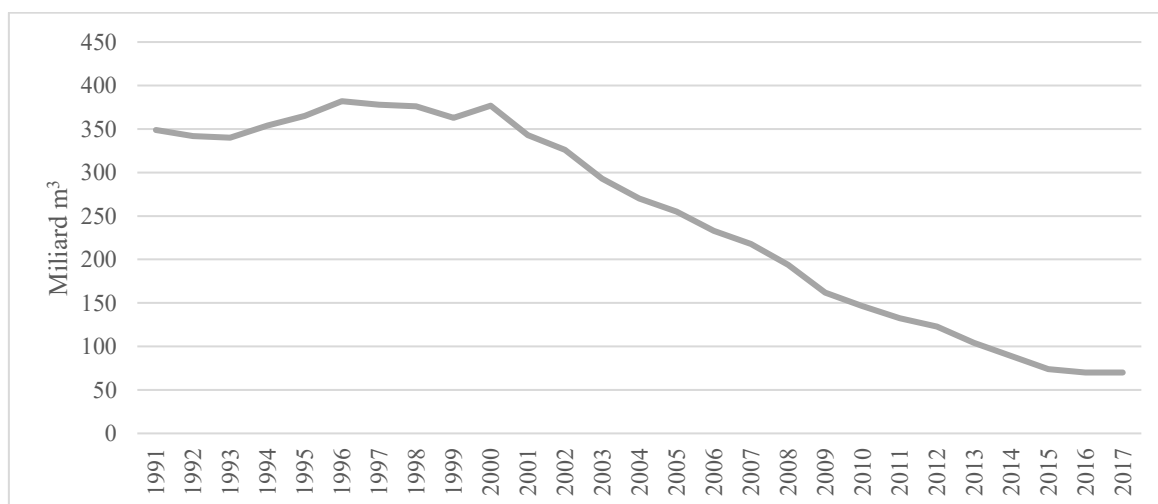
vláda nadále podporuje výstavbu tohoto plynovodu a považuje jeho realizaci za nezbytnou pro zajištění bezpečnosti dodávek do Německa. Plynovod je pro německou společnost sporné téma. Kritici vyzdvihují, že projekt není solidární s východními členy EU (Hasselbach, 2019).

Společenská přijatelnost (konvenčního) zemního plynu v Německu je vysoká. Existuje zde velký odpor proti nekonvenčnímu frakování, to ale v současné době nepředstavuje riziko vzhledem k tomu, že je nekonvenční frakování na území Německa zakázáno. Z dlouhodobého hlediska by mohlo negativně ovlivnit společenskou a enviromentální přijatelnost plynu povolení nekonvenční těžby. Ruský plyn je v Německu relativně přijatelný, ostatní dodávky jsou z politicky stabilních zemí a nebudí ve společnosti bezpečnostní obavy.

4.2.2 Energetické zásoby

Z důvodů neexistence shody ohledně dostupných zásob zemního plynu jsem se rozhodla čerpat z databáze německého Ministerstva pro hospodářství a energetiku (BMW_i, 2019a, list 41). Německé zásoby zemního plynu se postupem času výrazně snižují (viz graf 2) a v roce 2017 pokrývaly pouze cca 9 % celkové poptávky (v roce 2018 už jen 4 % celkové poptávky, Eurostat, 2020). V roce 2017 byly odhadované (vytěžitelné) zásoby zemního plynu v Německu okolo 70 miliard m³, což by nestačilo ani na pokrytí roční spotřeby zemního plynu (80% roční spotřeby, BMW_i, 2019a, list 41). Do budoucna se proto bude muset německá ekonomika spoléhat převážně na importovaný zemní plyn z energeticky bohatých regionů.

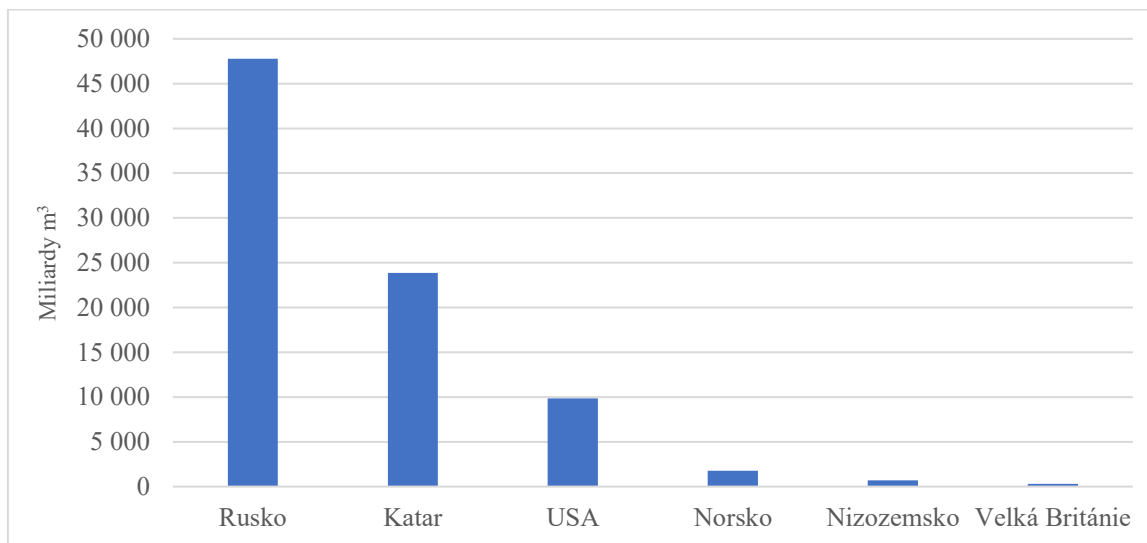
Graf 2: Zásoby zemního plynu na území Německa (vytěžitelné, BMW_i, 2019a, list 41)



Světové zásoby zemního plynu, které jsou vyčerpitelné současnými technologiemi, mají hodnotu cca 198 960 miliard m³ (BMW, 2019a, list 41). Budoucí německá poptávka po zemním plynu by měla být bez problému pokryta. Problematické je spíše zajištění přístupu k jednotlivým dodavatelům a dodavatelským trasám. V současnosti Německo odebírá zemní plyn skrze plynovodní sítě od Ruska, Norska, Nizozemí a Velké Británie. Rusko má největší zásoby zemního plynu na světě o velikosti 47 777 miliard m³, což tvoří 24 % světových zásob zemního plynu. Proto je dosud nejvíce perspektivním dodavatelem ze všech současných dodavatelů. Nabízí totiž dlouhodobé zásobování touto strategickou komoditou (viz graf 3). Norsko disponuje již znatelně nižšími zásobami o velikosti 1 783 miliard m³. Tvoří tak 0,9 % světových zásob. Norsko by bylo schopno krátkodobě nabídnout více plynu, avšak soupeří s dalšími exportními zeměmi, které mohou nabízet lepší ceny (Aurer, 2019, s. 1). Vyčerpitelnost norských zásob je omezena potřebou vysokých investic do otevření nových plynových polí. Tyto investice se však vyplatí pouze v podmínkách vysokých cen plynu. Doposud jsou investice do nových polí nedostatečné, a proto je predikováno, že export norského plynu bude po roce 2020 klesat (Hecking a Vatanever, 2016, s. 17-18). Navíc se již v současnosti těžba zemního plynu v Norsku snižuje z důvodu sílící politické opozice proti těžbě ropy a zemního plynu. Hlavní příčinou jsou environmentální důvody, jelikož díky těžbě se Norsku nedaří dosáhnout emisních cílů, ke kterým se zavázalo v důsledku podpisu Pařížské dohody (Kelly, 2019).

Nizozemí disponuje zásobami o velikosti 697 miliard m³, což tvoří 0,35 % světových zásob zemního plynu. Tento dodavatel dlouhodobě ztrácí na své významnosti, a to i v důsledku oznámení, že do roku 2022 ukončí těžbu v oblasti Groningen, která je bohatá na zemní plyn (Meijer, 2019). Nizozemí tudíž přestane dodávat na světový trh ještě dříve, než se předpokládalo. Spojené království má relativně malé zásoby plynu tvořící jen 0,15 % světových zásob. Ze současných dodavatelů je to pouze Rusko, které je schopné garantovat dlouhodobé dodávky tak, aby pokrylo případnou rostoucí německou poptávku.

Graf 3: Zásoby zemního plynu současných i potenciálních dodavatelů Německa (vytěžitelné, BMWi, 2019a, list 41)



Německá vláda si uvědomuje potenciální možnost růstu podílu ruského plynu v energetickém mixu a z toho vyplývající monopolizaci trhu. Již od sedmdesátých let minulého století se snaží motivovat soukromý sektor k výstavbě LNG terminálů, které by zajistily Německu přístup k více dodavatelům, spotovému trhu a podpořily by konkurenční prostředí. Německý stát chce kofinancovat stavbu LNG terminálů na severu Německa, a to částkou 576 milionů dolarů (Roux, 2019). V Severním moři by měly být vystavěny tři LNG terminály, a to v Brunsbüttelu, Wilhemshavenu a Stade. Německý ministr hospodářství Peter Altmaier slibuje brzkou realizaci projektů (Reuters, 2019). V případě vzniku LNG terminálů na území Německa se otvírá možnost diverzifikovat spektrum dodavatelů zemního plynu. Potenciálními dodavateli by se mohli stát Spojené státy americké, Katar, Omán či Norsko. Nejen USA mají proto velký zájem na výstavbě daných terminálů tak, aby mohly navýšit své exporty zkapalněného plynu do Evropy a na největší evropský trh. Rusku by tak vznikla značná konkurence. Otázkou však bude cenová politika jednotlivých dodavatelů. Obecně by vysoká konkurence mezi dodavateli zkapalněného plynu měla tlačit na pokles cen tradičního zemního plynu a současně by měla bránit dominanci jednoho subjektu na trhu (Aurer, 2019, s. 6-7). Německu by se tak otevřel přístup k dodavatelům disponujícím velkými zásobami zemního plynu. Například Katar má třetí největší zásoby plynu na světě a patří mezi největší světové vývozce LNG. Katar má zásoby o velikosti 23 861 miliard m³, které tvoří 11 % světových zásob plynu. Omán má též hojné zásoby plynu. USA jsou vybaveny zásobami o velikosti 9 838 miliard m³, které tvoří 5 % světových zásob zemního plynu (BMWi, 2019a, list 41). Z USA se po

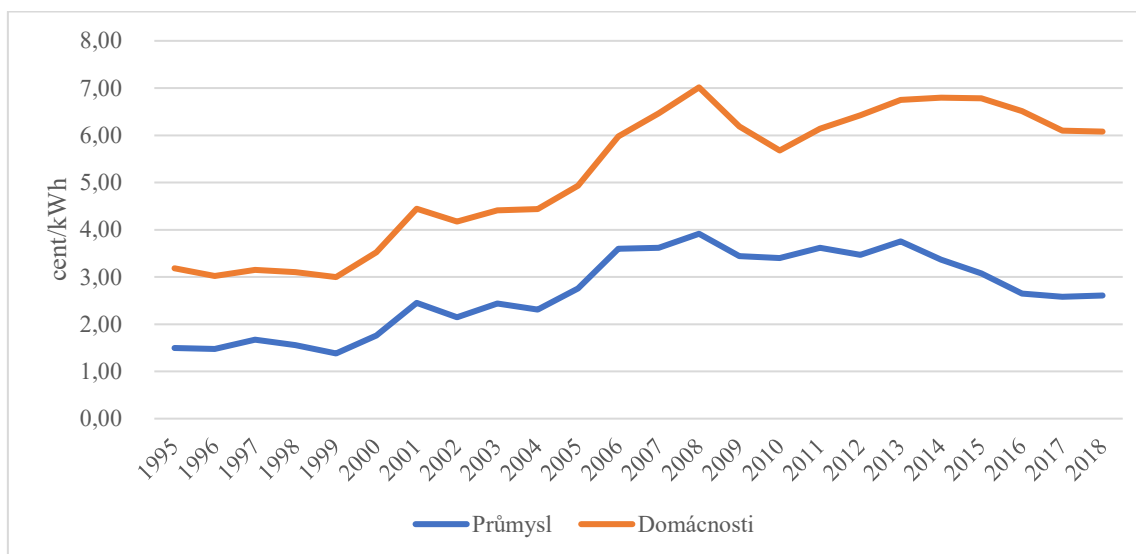
vypuknutí břidličného boomu (po roce 2008) stala energetická velmoc a spolu s Katarom mají vysoký zájem na výstavbě německých terminálů pro zajištění jejich odbytu (Aurer, 2019, s. 6).

Závěrem lze konstatovat, že díky Nord Streamu má Německo zajištěný dlouhodobý přístup k zásobám zemního plynu, a tím pádem je kritérium zajištění zásob splněno. Za předpokladu, že budou úspěšně dokončeny LNG terminály, bude mimo dlouhodobých zásob zajištěno i konkurenční prostředí na německém trhu se zemním plynem, čímž se Německo vyhne monopolizaci trhu v ruský prospěch. Bylo by tak dosaženo diverzifikace dodavatelů (Rusko, USA, Katar, Omán, Norsko) schopných zajistit dlouhodobé zásobování Německa. Případné výpadky dodávek by pak bylo možné kompenzovat na flexibilním spotovém trhu. Klíčový bude cenový rozdíl mezi cenou tradičního plynu a zkapalněného plynu (LNG). V každém případě by měl přístup dalších dodavatelů na trh tlačit na pokles cen. Tato flexibilita navyšuje energetickou bezpečnost země, jelikož jí dává možnost alternativního zásobování od různých světových dodavatelů.

4.2.3 Cena zemního plynu

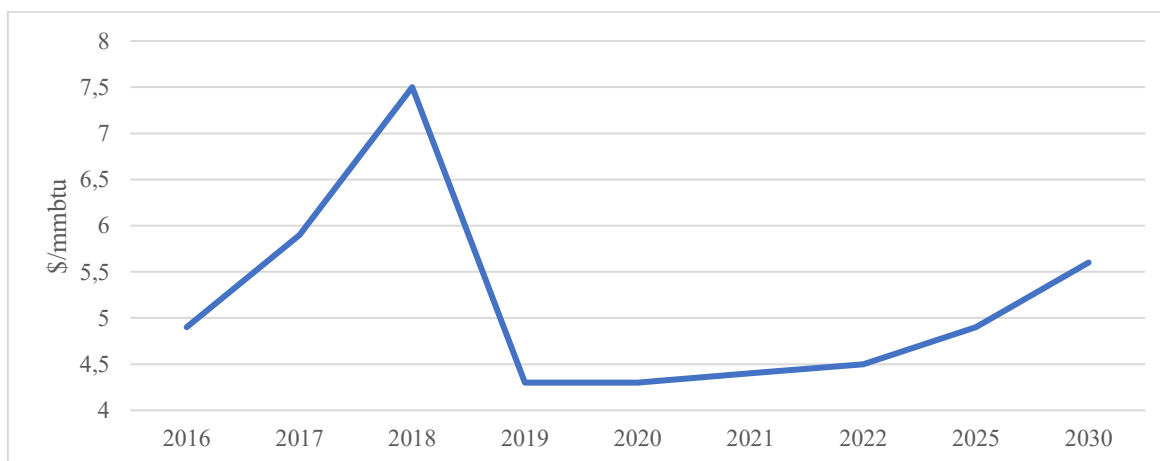
Zemní plyn je poměrně volatilní komodita, což je patrné z grafu 4. Od roku 1995 došlo k výraznému nárůstu ceny plynu jak pro německé domácnosti, tak pro průmysl. Ceny v průmyslu narostly o 70 % z 1,49 centů/kWh v roce 1995 na 2,61 centů/kWh v roce 2018. Pro domácnosti narostla cena ještě výrazněji, a to o celých 90 % z 3,19 centů/kWh v roce 1995 na 6,08 centů/kWh v roce 2018. Cena plynu rostla primárně kvůli vyšším výdajům dodavatelů plynu a zvýšené poptávce po energiích v důsledku rychle rozvíjejících se ekonomik, jako je Čína či Indie (BDEW, 2019, s. 38-39).

Graf 4: Cena zemního plynu v Německu (v cent/kWh, BMWi, 2019a, list 29-30)



Vzhledem k výrazné cenové volatilitě a obtížně předvídatelným tržním faktorům je náročné předpovídat budoucí vývoj ceny plynu. Existuje několik světových výhledů od renomovaných institucí, avšak mezi nimi neexistuje jednoznačná shoda. Světová banka očekává nárůst cen plynu v horizontu deseti let (viz graf 5, WB, 2019, s. 40). Naopak Mezinárodní měnový fond předpokládá stagnující ceny zemního plynu v následujících letech (IMF, 2019).

Graf 5: Prognóza cen zemního plynu pro Evropu (v konstantních cenách USD, 2010 = 100, WB, 2019, s. 40)



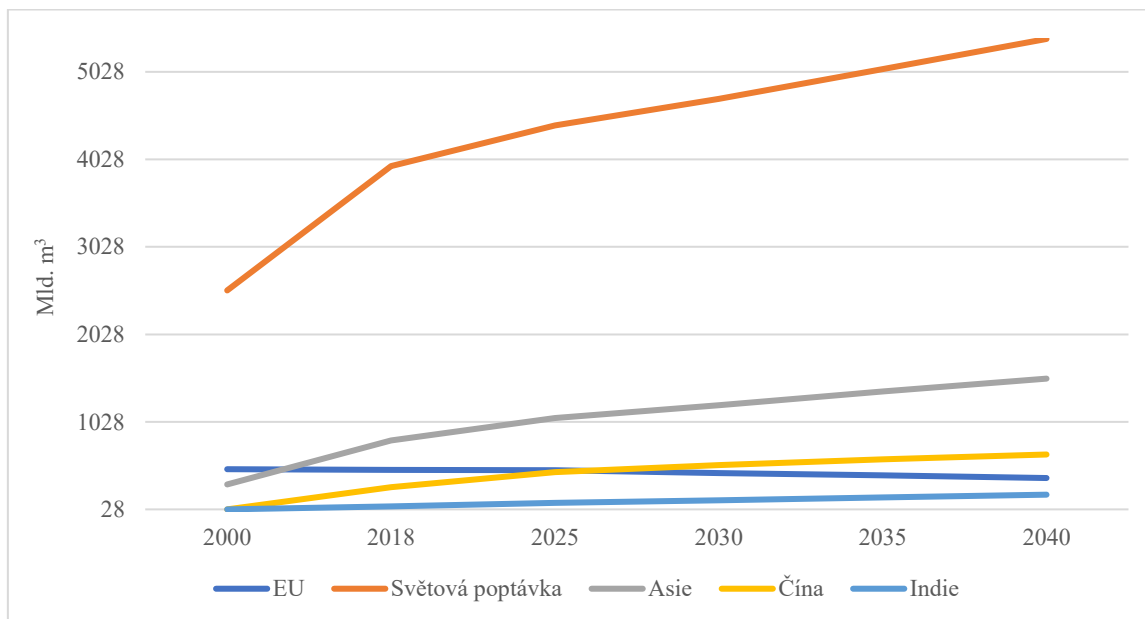
Klíčové je nastavit tržní podmínky tak, aby byla držena cenová volatilita pod kontrolou. K tomu patří především vytvoření konkurenčního prostředí na trhu se zemním plynem a zajištění dlouhodobých dodávek. Hrozbou pro náhlý růst ceny zemního plynu by byla již zmíněná tržní dominance Ruska jako jediného dodavatele, což by omezilo celkovou

konkurenci. Bohužel nejsme v tuhle chvíli schopni učinit jasný závěr vzhledem k nemožnosti predikovat vývoj cen plynu. Pravděpodobné však je, že cenová volatilita na trhu bude přetrvávat a poškozovat tak německé podniky i domácnosti. Výhodou je, že Německo je méně energeticky intenzivní (Eurostat, 2019), a je tak lépe chráněné proti cenovým fluktuacím.

4.2.4 Poptávka po zemním plynu

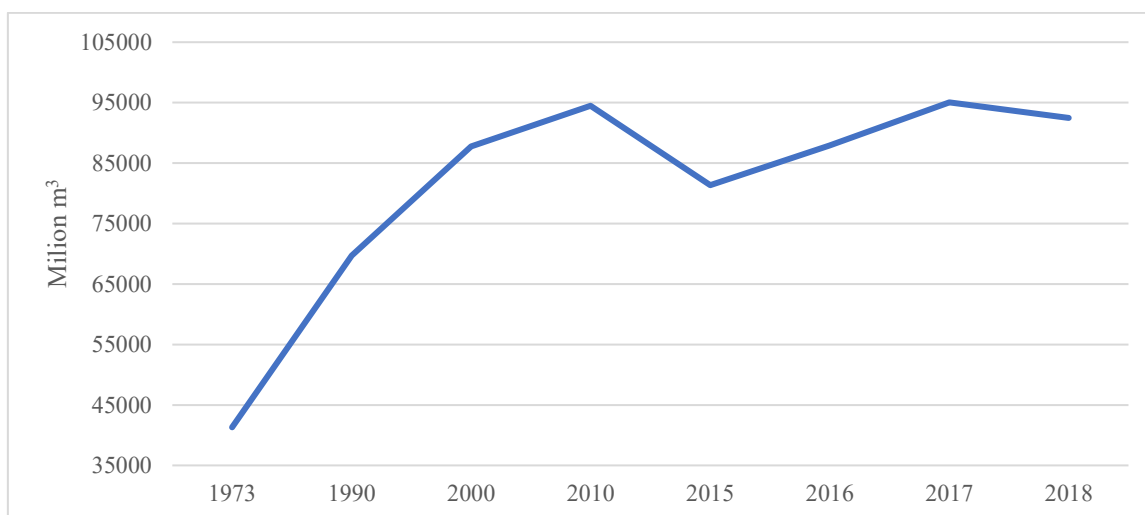
V následujících dekáдах je predikován výrazný růst světové poptávky po zemním plynu. Světová poptávka má do roku 2040 vzrůst téměř o 40 % oproti roku 2018 (viz graf 6). Tento růst však táhnou především rozvíjející se země, a to především asijsko-pacifický region. Roku 2040 by měly asijské ekonomiky zkonzumovat jednu čtvrtinu světové produkce zemního plynu. Země mimo OECD zaznamenávají několikanásobný růst poptávky po zemním plynu v důsledku růstu průmyslové aktivity, vyššího nasazení zemního plynu ve výrobě elektřiny a jeho užití v dopravě. Nejvýznamněji má světovou poptávku táhnout Čína s Indií. Čínská poptávka po zemním plynu vzrostla mezi lety 2000 a 2018 více jak desetinásobně. Do roku 2040 se má zdvojnásobit oproti roku 2018, v Indii má nárůst být dokonce trojnásobný (IEA, 2019c, s. 175-180). Tyto země využívají skutečnosti, že plyn má ve srovnání s uhlím o polovinu méně emisí, a využívají ho na pokrytí jejich stále rostoucí spotřeby. Nárůstu světové poptávky má dominovat LNG, který se díky technologickému pokroku stává stále dostupnější pro novou generaci importérů. I poptávka zemí OECD má růst, avšak tento růst je ve srovnání s rozvíjejícími se ekonomikami mírný. V EU má docházet dokonce k poklesu poptávky po zemním plynu (IEA, 2019c, s. 180), a to v důsledku realizace energetických úspor.

Graf 6: Poptávka po zemním plynu dle regionů (v mld. m³, IEA, 2019c, s. 180)



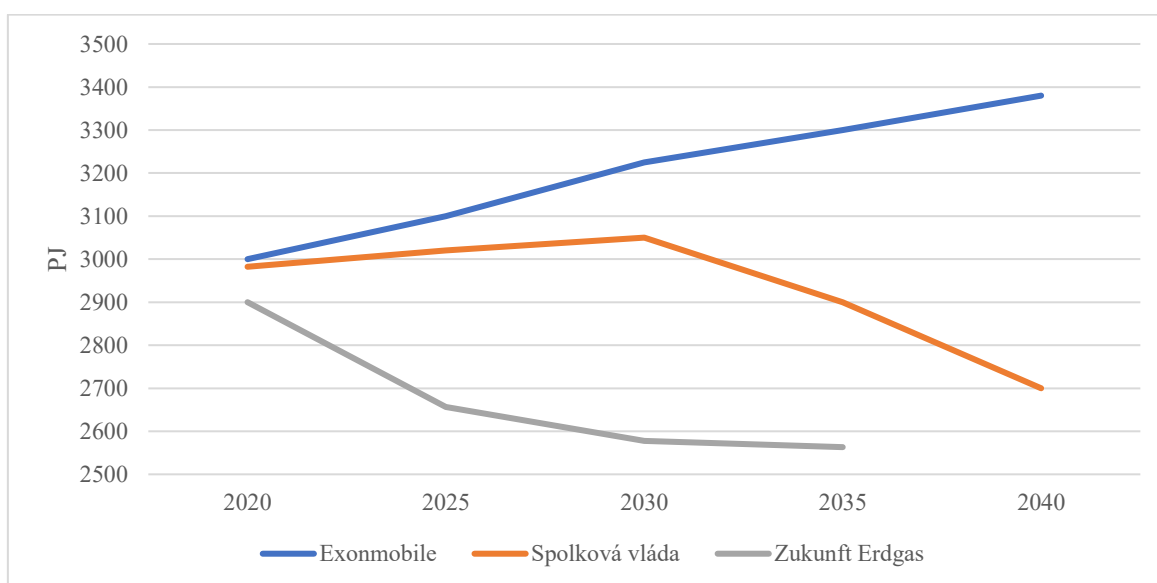
Od roku 1973 se německá poptávka po zemním plynu razantně zvýšila. Kulminovala před vypuknutím hospodářské krize v roce 2008. V pokrizových letech (2010-2015) se poptávka v důsledku ekonomické stagnace snižovala, ale roku 2015 opět nabrala růstový trend (viz graf 7). Budoucí vývoj německé poptávky po zemním plynu je však nejistý. Prognózy ohledně vývoje poptávky po plynu se značně liší v závislosti na zkoumaných studiích, z nichž každá vychází z jiné metodologie, jiné výše cen paliv či potenciálu technologií, jako jsou CCS (carbon capture and storage) či power to gas (FNBgas, 2019, s. 7).

Graf 7: Vývoj poptávky po zemním plynu, Německo (v mil. m³, IEA, 2019a)



V důsledku odklonu od jaderné energetiky a uhlí, bude skladba německého energetického mixu do budoucna výrazně proměněna. Některé instituce předpovídají, že v důsledku nutnosti nahradit uhlí a jádro, bude poptávka po zemním plynu alespoň krátkodobě růst tak, aby byl pokryt výpadek těchto zdrojů. Jean-Baptiste Dubreuil, analytik IEA, tvrdí, že v energetickém mixu Německa je zcela jistě více místa pro zemní plyn. „Uhlí je zdroj základního zatížení (base load) a je otázkou, do jaké míry může být nahrazen volatilními obnovitelnými zdroji. Pokud se to nepodaří, přijde na řadu zemní plyn.“ (Dezem, 2019). Spolková vláda prognózuje mírné navyšování poptávky po zemním plynu do roku 2030 (viz graf 8). Následně by měla tato poptávka klesat. Zemní plyn by měl být podle vlády nahrazován z velké části obnovitelnými zdroji a syntetickými plyny, jako je vodík, metan či amoniak. Růst energetické účinnosti bude mít pozitivní vliv na redukcii energetické spotřeby, a to především spotřeby zemního plynu ve vytápění budov (BMU, 2019, s. 190-198). Instituce Zukunft Erdgas předpokládá dlouhodobý pokles poptávky po zemním plynu, v důsledku konstantního rozvoje obnovitelných zdrojů (Nymoer a Graf, 2016, s. 15). Exxonmobile ve své prognóze pro Německo předpokládá rostoucí poptávku po zemním plynu do roku 2040. Zemní plyn se dle prognózy stane klíčovým zdrojem, který bude ideálním komplementem k rozvíjejícím se obnovitelným zdrojům (Exxonmobile, 2018, s. 3). Studie se shodují, že by mělo dojít ke snižování spotřeby zemního plynu v domácnostech, a naopak nárůstu jeho využití v dopravě (FNBgas, 2019, s. 6-7).

Graf 8: Prognóza vývoje primární energetické spotřeby zemního plynu, Německo (v PJ, BMU, 2019, s. 200; Exxonmobile, 2018; Nymoer a Graf, 2016, s. 15)



I přes odlišné scénáře vývoje, procentuální zastoupení zemního plynu v primárním energetickém mixu má dle všech výše uvedených autorů růst. V případě Zukunft Erdgas se jedná o nárůst z 23 % v roce 2020 na 27 % v roce 2035. Význam zemního plynu ve srovnání s ostatními (nejen fosilními) zdroji by tak měl růst (Nymoer a Graf, 2016, s. 15). Exxonmobile předpovídá razantnější nárůst až na 35 % v roce 2040 (Exxonmobile, 2018). Naopak německá vláda předpokládá lehce rostoucí vývoj (BMU, 2019, s. 200). I v případě nejvyšší predikovatelné velikosti poptávky, by měla být poptávka po zemním plynu bez problému pokryta dostupnými rezervami (Exxonmobile, 2018, s. 5).

V případě, že by se naplnila prognóza rostoucí celkové poptávky po zemním plynu a rostoucího podílu zemního plynu v energetickém mixu, tak bude Německo do budoucna čelit vyššímu externímu riziku importní závislosti. Vzhledem k postupnému vyčerpání domácích zdrojů, by musela být rostoucí poptávka pokryta ze zahraničních zásob. To by znamenalo razantní růst importní závislosti. Při rostoucím podílu zemního plynu v energetickém mixu bude růst důležitost tohoto zdroje a německé energetické hospodářství bude více zranitelné vůči cenové volatilitě a případnému přerušení dodávek. V tomto případě je klíčové dbát na diverzifikaci dodavatelů a vyhnouti se riziku přehnané závislosti na jednom dodavateli (především ruském plynu).

4.3 Dílčí závěr

Aplikací vytvořeného analytického rámce byl zjištěn aktuální stav německé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu. Německo je vystavené vysoké míře externího rizika, ale disponuje mechanismy, které zajišťují střední míru odolnosti energetického systému a jsou schopné externí riziko částečně absorbovat. Vysoké riziko plyne z jeho vysoké závislosti na importovaném plynu. Vzhledem k nízkým domácím zásobám bude tato závislost do budoucna dále růst. Politická stabilita dodavatelů je na střední úrovni a negativně ji ovlivňuje přítomnost méně stabilního Ruska. Jak domácí, tak externí odolnost, která odráží schopnost energetického systému ustát přerušení plynulosti dodávek, je na střední úrovni.

Diverzifikace infrastruktury a dodavatelů odráží externí odolnost. Infrastrukturní propojení Německa s jeho dodavateli je velice dobré a v čase se zlepšuje. Ačkoliv v současnosti Německo nedisponuje žádným terminálem na zkapalněný plyn, disponuje deseti přeshraničními plynovody. Diverzifikace dodavatelů je na střední úrovni, z důvodu

přítomnosti pouze třech velkých hráčů na trhu, z nichž Rusko má nejvyšší podíl. To představuje střednědobé riziko v případě, že trh nebude zpřístupněn dalším dodavatelům zemního plynu. Podrobná analýza ukázala, že Německo je vystaveno externímu riziku především ze strany úzkého napojení na ruské dodávky zemního plynu. Důvodem je nižší politická stabilita Ruska a jeho vysoký podíl na dodávkách do Německa (57 %), který má do budoucna růstový potenciál. Ostatní současní dodavatelé nepředstavují hrozbu a jsou z politicky stabilních zemí.

Indikátor domácí odolnosti v podobě kapacity plynových zásobníků je na střední úrovni. Zásobníky jsou schopny částečně kompenzovat výpadek krátkodobých dodávek, nejsou však schopny dlouhodobého zajištění zásobování. Negativně v tomto ohledu působí rostoucí poptávka po zemním plynu. Celkově můžeme krátkodobou plynovou bezpečnost zhodnotit jako střední (za C).

Na základě plnění dlouhodobých indikátorů bylo zjištěno (viz tabulka 4), že úroveň dlouhodobé energetické bezpečnosti Německa je též střední. Enviromentální a společenská přijatelnost plynu je v zemi vysoká. Dlouhodobé zásoby jsou díky výstavbě plynovodu Nord Stream zajištěny. Cena a velikost poptávky nejsou přesně predikovatelné, a proto není možné s jistotou určit, jak se bude energetická bezpečnost v důsledku jejich vývoje vyvíjet. Do budoucna může představovat hrozbu rostoucí cenová volatilita a růst cen v důsledku poklesu tržní konkurence. Naopak u poptávky je možný její krátkodobý nárůst v důsledku substituce uhelných a jaderných zdrojů. V případě budoucího růstu poptávky po zemním plynu by hrozil růst importní závislosti v důsledku nemožnosti pokrýt zvýšenou poptávku domácími zdroji.

Tabulka 4: Plnění dlouhodobých indikátorů energetické bezpečnosti

	Plnění kritéria	Popis
Enviromentální faktory	Ano	Plyn je společensky přijatelný
Energetické zásoby	Ano	Externí zásoby zajištěny
Cena zemního plynu	Nejistá	Hrozba cenové volatility
Poptávka po zemním plynu	Nejspíše krátkodobý nárůst	Hrozba růstu importní závislosti

Jak v krátkém, tak v dlouhém období je energetická bezpečnost v sektoru zemního plynu na střední úrovni (C). Německo tudíž není plně chráněno vůči možným rizikům přicházejícím zvenčí. Mělo by proto být velice obezřetné a dále navyšovat domácí i externí odolnost.

Německo může navyšovat svou plynovou bezpečnost následujícími způsoby. Domácí odolnost lze posílit dalším navyšováním kapacity plynových zásobníků a snižováním domácí spotřeby. Externí odolnost může Německo navýšit pomocí intenzivnější diverzifikace dodavatelů zemního plynu a zlepšením importní infrastruktury. V tomto ohledu by bylo přínosem vystavení LNG terminálů na německé půdě, čímž by si Německo zajistilo stálý přístup na světový trh se zkapalněným plynem. Tímto by bylo dosaženo nejenom zlepšení importní infrastruktury, ale i diverzifikace dodavatelů. Klíčové je vybírat si dodavatele pocházející z politicky stabilních zemí tak, aby bylo minimalizováno riziko použití energetických dodávek jako politické zbraně a aby byla zajištěna jejich plynulost. Nutné je též zajistit dostatečnou konkurenci na německém trhu s plynem tak, aby nedocházelo k růstu cen.

Na základě vytvořeného analytického rámce můžeme konstatovat, že plynovod Nord Stream ovlivňuje plynovou bezpečnost Německa několika způsoby. Zprvce pozitivně působí na indikátor importní infrastruktury. Nová trasa, při neexistenci tranzitních zemí, zlepšuje dopravní infrastrukturu, a tím pádem i krátkodobou energetickou bezpečnost. Nord Stream může naopak za určitých podmínek negativně působit na kritérium diverzifikace dodavatelů. Nižší diverzifikace dodavatelů by bylo dosaženo za předpokladu zachování současného stavu importní infrastruktury (případně jejího zhoršení) a rostoucího podílu ruských dodávek do Německa. Je zde možnost, že ruské dodávky do Německa/Evropy budou v budoucnu plně realizovány plynovodem Nord Stream a ukrajinský plynovodní systém nebude nadále využíván. Dodávky dosavadních dodavatelů (vyjma Ruska) budou pravděpodobně v krátko- až střednědobém horizontu klesat. Pokud se na trhu neobjeví jiný dodavatel a poptávka po zemním plynem bude zachována či bude růst, tak hrozí, že tržní podíl Ruska se bude zvyšovat (což se děje již dnes). Tomuto vývoji je třeba zabránit. Je třeba umožnit vstup na trh dalším dodavatelům. Samotný Nord Stream však nutně neznamená růst německé závislosti na ruském plynem. V případě, že bude zajištěna dostatečná konkurence na německém trhu, tak bude Nord Stream úspěšně zlepšovat dopravní infrastrukturu a zajišťovat dlouhodobé dodávky. Nord Stream může přispět ke stabilitě dodávek vzhledem k neexistenci tranzitních států, které by mohly přisun blokovat.

Německá vláda by proto měla ve spojitosti s tímto projektem intenzivněji usilovat o zvýšení odolnosti energetického systému. Měla by výrazněji podporovat výstavbu LNG terminálů, investovat do navýšení kapacity plynových zásobníků a podporovat energetickou efektivitu. Vláda by měla podporovat další projekty diverzifikující současnou importní infrastrukturu. Příkladem může být Jižní plynový koridor, který by do Evropy mohl dodávat zemní plyn z regionu Kaspického moře (IEA, 2020, s. 158). Tato opatření budou klíčová pro zajištění tržní rovnováhy a dlouhodobé energetické bezpečnosti v situaci, kdy získá Rusko značný přístup na německý trh díky Nord Streamu.

Co se týče dlouhodobých indikátorů, Nord Stream přispívá k zajištění dlouhodobých zásob pro německý trh. Dále je díky němu umožněno dlouhodobé pokrytí případné rostoucí poptávky po plynu. Nord Stream může působit negativně na indikátor cenové volatility. Hrozbu by pak představoval skokový nárůst cen zemního plynu, v důsledku oslabení pozice Norska a Nizozemí jako dodavatelů zemního plynu. V důsledku energetické tranzice může být Německo čím dál tím závislejší na pomoci svých evropských sousedů (především s vyrovnáváním sítě). Proto by mělo mít zájem na posilování spolupráce v oblasti energetické unie v rámci EU. Dosud se však díky projektu Nord Stream, který naopak vzbudil rozbroje mezi členy EU, motivace k vzájemné spolupráci a k realizaci energetické unie spíše snížila.

4.4 Historický vývoj energetické bezpečnosti

Tato podkapitola se zabývá otázkou, jakým způsobem se vyvíjela energetická bezpečnost Německa v sektoru zemního plynu v období mezi lety 2000 a 2018. Z důvodu vyšší přehlednosti budou zkoumány pouze vybrané roky 2000, 2005, 2010, 2015 a 2018. Analýza bude změřena pouze na krátkodobé indikátory, jejichž historickému vývoji jsme se dosud nevěnovali. Historický vývoj dlouhodobých faktorů byl zkoumán již v podkapitole 4.2.

Importní závislost u zemního plynu výrazně vzrostla od roku 2000, kdy měla hodnotu 79 %, zatímco v roce 2018 vzrostla na 96 % (viz tabulka 5). Razantní nárůst tohoto ukazatele byl zaznamenán mezi lety 2010 a 2018, kdy se již původně vysoká hodnota závislosti navýšila o pětinu. Příčinou skokového zvýšení importní závislosti je výrazný úbytek domácích zásob zemního plynu. Vytěžitelné zásoby zemního plynu v Německu se mezi lety 2000 a 2018 snížily z 377 mld m³ na 70 mld m³ (BMW, 2019a, list

41). Německo je tak nuceno pokrývat svou poptávku po zemním plynu stále rostoucími dovozy ze zahraničí. Domácí výroba se stává marginální. Tento indikátor ve zkoumaném období zaznamenal výrazné zhoršení, negativně ovlivňující externí riziko kladené na energetickou bezpečnost Německa.

Naopak u indikátoru *importní infrastruktury* došlo k výraznému zlepšení. Od roku 2000 byly zprovozněny tři nové přeshraniční plynovody zásobující Německo zahraničním zemním plynem. Prvně je to plynovod BBL, spuštěný roku 2006, který do Německa transportuje plyn z Nizozemí a Velké Británie (BBL, 2019). V roce 2011 bylo zprovozněno první a v roce 2012 druhé potrubí plynovodu Nord Stream 1, které dále zlepšilo infrastrukturní možnosti dopravy plynu do Německa. V roce 2015 byl do provozu uveden plynovod ETL 176, který přináší zemní plyn z Nizozemí podnikům a domácnostem ve Šlesvicku-Holštýnsku a v Dánsku (BMW, 2019b, s. 12). Díky tomu došlo k roku 2018 k navýšení počtu plynovodů na deset. Do budoucna je možné očekávat další zlepšení tohoto kritéria z důvodu dokončení plynovodu Nord Stream 2 a předpokládané realizace LNG terminálů v severním Německu.

Tabulka 5: Vývoj energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu od roku 2000
(vlastní výpočty na základě dat z Eurostat, 2020; IEA, 2019a, s. 365; BMW, 2019a)

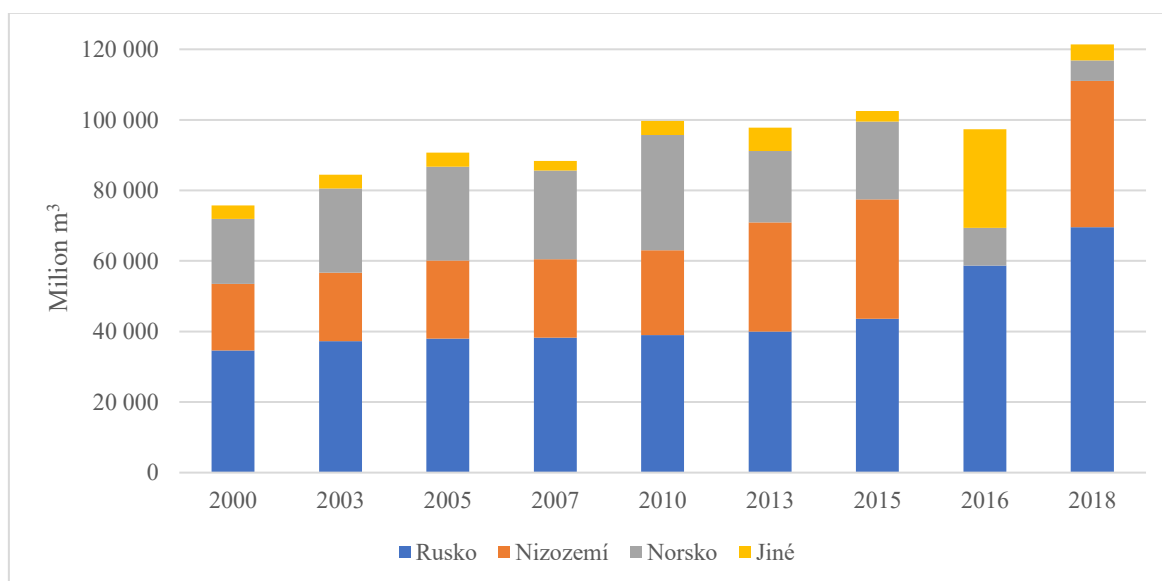
	2000	2005	2010	2015	2018	Vývoj indikátoru
Importní závislost	79 %	80 %	81 %	90 %	96 %	Zhoršení
Importní infrastruktura (počet plynovodů)	7	7	8	10	10	Zlepšení
Diverzifikace dodavatelů (HHI)	0,33	0,32	0,32	0,34	0,44	Zhoršení
Denní výtěžnost plynových zásobníků⁵	1,90	2,00	2,00	3,00	2,70	Zlepšení

I přesto, že byl indikátor *diverzifikace dodavatelů* (indikátor HHI) na počátku sledovaného období relativně stabilní, pohybující se kolem hodnoty 0,32, došlo k výraznému zhoršení indexu na konci zkoumaného období (vlastní výpočty na základě BMW, 2019a; čím více se hodnota HHI blíží nule, tím větší konkurence panuje na zkoumaném trhu). V roce 2018 vzrostl indikátor HHI na hodnotu 0,44, tj. na dosud nejvyšší hodnotu v historii. Tento vývoj je způsobený extrémním nárůstem podílu Ruska na německých dodávkách zemního plynu a současným útlumem norských dodávek. Rusko je dlouhodobě dominantním německým dodavatelem. Objem jeho dodávek v průběhu celého sledovaného období

⁵ Vypočteno jako maximální denní těžební výkon zásobníků děleno hodnotou průměrné denní spotřeby.

konstantně roste (viz graf 9). Mezi lety 2000 až 2010 byl jeho podíl na celkových dodávkách do Německa relativně konstantní, pohybující se okolo 42 %. Od roku 2011, kdy byla do provozu uvedena první větev plynovodu Nord Stream 1, podíl ruských dodávek konstantně roste, a to z 40 % v roce 2011 až na 57 % v roce 2018 (IEA, 2004; 2006; 2008; 2011c; 2014b; 2016; 2019a). Objem nizozemských dodávek konstantně rostl až na rok 2016, kdy byly dodávky do Německa nulové. Mezi lety 2013 až 2018 (vyjma roku 2016) pokrývaly kolem jedné třetiny celkových dodávek. Norské dodávky naopak výrazně klesají v čase, a to jak jejich celkový objem, tak jejich podíl na celkových dodávkách. Ačkoliv mezi lety 2000 až 2010 pokrývaly okolo jedné čtvrtiny až jedné třetiny celkových dodávek, výrazný pokles nastává po roce 2010, kdy klesají až na historické minimum 4% v roce 2018.

Graf 9: Import zemního plynu do Německa (IEA, 2004; 2006; 2008; 2011c; 2014b; 2016; 2019a)



Ačkoliv diverzifikace původu dodávek plynu do Německa byla poměrně stabilní mezi lety 2000 až 2010, od roku 2011 zaznamenává německý plynový trh výrazné turbulence. V důsledku útlumu těžby v Norsku a Nizozemí se trh stává vysoce nestabilní a Rusko, které je méně limitováno objemem zásob a emisními limity, získává výraznou tržní dominanci. Potenciál dalšího navyšování podílu nizozemských či norských importů zemního plynu je velmi nízký. Vzhledem k jejich nízkým zásobám a plánovanému útlumu těžby, bude jejich podíl do budoucna klesat. Naopak podíl ruských dodávek má růstový potenciál, vzhledem k tomu, že na ruském území se nalézají největší zásoby zemního plynu na světě.

Aktuální data o původu dodávek plynu do Německa nejsou dostupná v oficiálních dokumentech spolkové vlády, potažmo německých ministerstev. Tato data nejsou zveřejňována od roku 2015 z důvodu ochrany osobních dat v důsledku zavedení GDPR. Získat data uvedená v grafu 9 bylo proto velmi obtížné. Z takto dostupných dat je možné vyvodit závěr, že tyto údaje podléhají utajení. Německé vládní instituce jsou opatrné zveřejňovat data, která naznačují, že je namístě se obávat ruské dominance.

Index *denní výtěžnosti plynových zásobníků* se výrazně zlepšil. Za posledních osmnáct let pozorování se výrazně navýšila kapacita zásobníků zemního plynu v Německu, což vedlo k posílení domácí odolnosti energetického systému vůči krátkodobým výpadkům dodávek. Pozorovaný index se zvýšil z hodnoty 1,9 v roce 2000 na hodnotu 2,7 v roce 2018 (viz tabulka 7). Negativně působil současný růst spotřeby plynu v Německu, ale nárůst kapacity zásobníků dokázal vyrovnat tempo růstu spotřeby.

Závěrem lze konstatovat, že od roku 2000 došlo k výraznému zvýšení externího rizika v podobě růstu importní závislosti. Z důvodu poklesu domácích zásob zemního plynu je nutné importovat z ciziny stále větší podíl spotřeby zemního plynu. Naopak dva indikátory posilující odolnost země se ve zkoumaném období zlepšují. Došlo k výraznému zlepšení schopnosti pokrýt spotřebu z plynových zásobníků v případě nouze, což posílilo domácí odolnost systému. Externí odolnost byla posílena výstavbou nových plynovodů, které dále diverzifikoval infrastrukturu. Negativně na externí odolnost systému působilo kritérium diverzifikace dodavatelů. Diverzifikace dodavatelů se na konci sledovaného období výrazně zhoršila v důsledku silnější prezence Ruska na trhu. Její budoucí zlepšení či alespoň udržení současných hodnot bude pro Německo výzvou. Pokud bychom měli vývoj od roku 2000 klasifikovat podle vytvořeného analytického rámce, nabýval by stále výsledku za C. Rámec nereflektuje menší změny, ke kterým v Německu došlo.

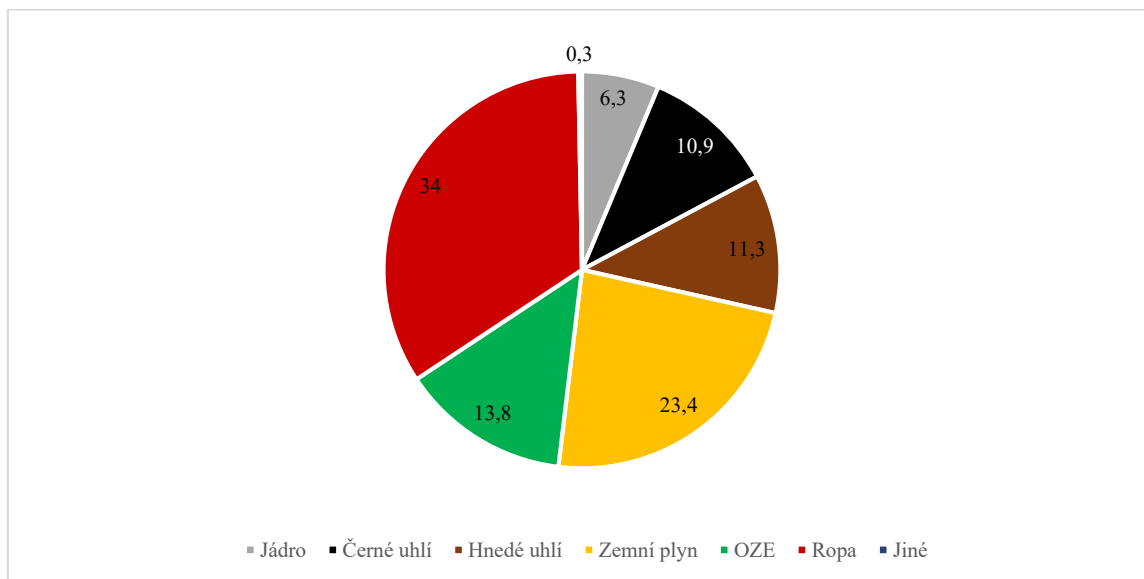
5.0 Potenciál zemního plynu v německé Energiewende

Tato kapitola je věnována otázce budoucího významu plynu v německém energetickém hospodářství, a to zejména během jeho tranzice tzv. Energiewende. Zkoumaný horizont se prolíná s dosavadní koncepcí Energiewende, která je koncipovaná až do roku 2050. Proto je tato kapitola časově zaměřena na období od roku 2018 až do roku 2050. Zkoumán bude nejenom budoucí potenciál zemního plynu, ale i jiných plynů, jako jsou vodík, metan, amoniak, bioplyn a biometan (dekarbonizované plyny, obnovitelné plyny). První podkapitola se bude věnovat současnému využití zemního plynu v německém hospodářství. Dále budou rozebrány ekonomické podmínky pro nahrazení uhlí zemním plynem při výrobě elektrické energie, role emisních povolenek a jejich vliv na merit order jednotlivých zdrojů (viz vysvětlení níže). Následně bude poukázáno na předpokládané výhledy poptávky po zemním plynem a syntetických plynech. V dalších podkapitolách bude zkoumána role zemního plynu a nízko- a bezuhlíkových plynů v německé Energiewende. Nakonec bude analyzována vládní plynová politika a dána doporučení německé vládě pro budoucí rozvoj plynového sektoru při současném zachování plynové bezpečnosti. Takto budou určena hlavní rizika a hrozby pro energetickou bezpečnost, vycházející z budoucího vývoje plynového sektoru.

5.1 Současné využití zemního plynu

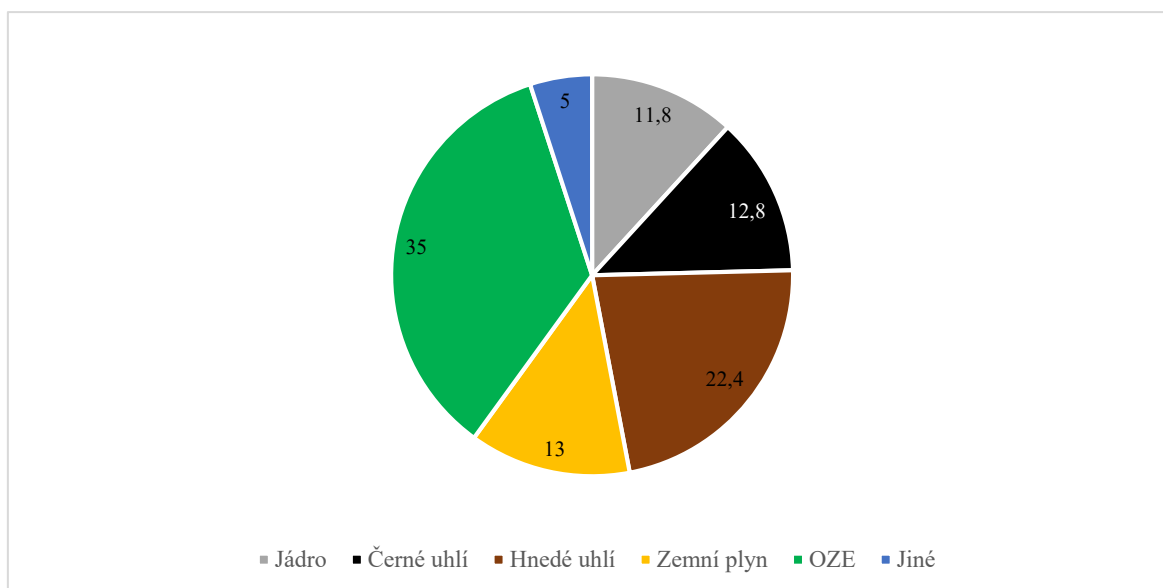
Německo je největším spotřebitelem zemního plynu v EU, a proto je pro dodavatele plynu velmi lukrativním trhem (IEA, 2020, s. 146). V Německu je zemní plyn druhým nejdůležitějším energetickým zdrojem hned po ropě, která čítá 34 %. V roce 2018 pokrýval téměř čtvrtinu primární energetické spotřeby země (viz graf 10), čímž předběhl černé (10,9 %) i hnědé uhlí (11,3 %), jádro (6,3 %) a obnovitelné zdroje (13,8 %). Podíl zemního plynu v energetickém mixu dlouhodobě roste, zatímco v roce 2000 čítal 20,7 %, tak v roce 2018 vzrostl na 23,4 % (BMW, 2019a).

Graf 10: Primární spotřeba energie, Německo, 2018 (v %, BMWi, 2019a)



Zemní plyn je také třetím největším zdrojem při výrobě elektrické energie. V roce 2018 zaujímal 13 % na celkové hrubé výrobě elektřiny (viz graf 11). V současnosti stále dominuje výroba elektřiny z uhelných zdrojů, která dohromady čítá 35,2 %. Svým podílem tedy nepatrně převyšuje podíl stále rostoucích obnovitelných zdrojů. Podíl jádra (11,8 %) v elektroenergetice má klesající tendenci vzhledem k ústupu od jádra. Uhlé elektrárny dlouhodobě konkurují plynovým elektrárnám (IEA, 2020, s. 146).

Graf 11: Hrubá výroba elektřiny, Německo, 2018 (v %, BMWi, 2019a)



Význam zemního plynu se v jednotlivých sektorech liší. Průmyslový sektor je v Německu největším konzumentem zemního plynu. Spotřeba průmyslu záleží především na ekonomické aktivitě, dlouhodobě však neprochází výraznými výkyvy (Dickel, 2014, s. 70-71). Významnými sektory pro zemní plyn jsou teplárství a elektroenergetika. Význam zemního plynu v elektroenergetice v posledních letech roste, a to především v důsledku probíhajícího ústupu od jaderné energie (IEA, 2020, s. 149-150). V Německu má tradičně zemní plyn nižší zastoupení při výrobě elektřiny, než jak je tomu například ve Velké Británii, Nizozemí či USA. Tyto státy mají větší zásoby zemního plynu. Naopak Německo vyrábělo tradičně elektřinu spíše z domácích zásob uhlí (Dickel, 2014, s. 71-74). V teplárství je zemní plyn dominantním palivem a dosahuje podílu 42 % (IEA, 2020, s. 160). Jeho spotřeba závisí především na venkovní teplotě a ročním období. Domácnosti stále častěji využívají k vytápění zemní plyn, který nahrazuje konkurenční uhlí. Politiky zaměřené na podporu energetické efektivity naopak přispívají k redukcí spotřeby energií díky lepší izolaci budov (Dickel, 2014, s. 71). V posledních letech rostla spotřeba zemního plynu jak ve výrobě tepla, tak při výrobě elektrické energie. Teplárství a výroba elektřiny jsou hlavním motorem spotřeby zemního plynu (IEA, 2020, s. 149-150).

Užití zemního plynu v dopravě je v současné době spíše marginální, pohybující se okolo 0,2 % (IEA, 2020, s. 149). Velký potenciál v dopravě mají vozidla na pohon CNG (Compressed Natural Gas) či LPG (Liquified Petroleum Gas), které dosud nejsou v zemi hojně rozšířena (Dickel, 2018, s. 38).

5.2 Uhlí vs. zemní plyn

V Německu existuje vysoký potenciál pro krátkodobé snížení emisí skleníkových plynů díky substituci uhlí zemním plynem. Velký prostor existuje především v elektroenergetice, kde je uhlí dominantním zdrojem. Potenciál zemního plynu v probíhající dekarbonizaci spočívá v jeho schopnosti nahradit uhelné elektrárny, a tak přispět k výrazné redukcí emisí CO₂ zhruba o polovinu na kilowatthodinu. Naopak při nahrazování jaderné energie plynovými elektrárnami je potenciál dekarbonizace nižší, vzhledem k tomu, že jaderné elektrárny se v současnosti podílí na výrobě elektřiny pouze 11,8 % (Dickel, 2014, s. 88).

Pro objem použitého zemního plynu a možnost nahrazování uhlí zemním plynem je klíčové jejich pořadí v tzv. merit order (Dickel, 2014, s. 119). Merit order udává pořadí, ve kterém jsou do provozu uváděny jednotlivé elektrárny (zdroje). Toto pořadí je určováno

mezními náklady (uvažujeme jen variabilní náklady jako palivo a údržba) při výrobě elektřiny. Pořadí v merit order je následující: OZE, jádro, hnědé uhlí, černé uhlí, plyn a ropa. Obnovitelné zdroje mají tu výhodu, že mají téměř nulové mezní náklady, a proto zaujmají v pořadí první místo (jsou vždy v provozu). Naopak na samém konci je ropa, ze které se elektřina téměř nevyrábí. Zemní plyn se nalézá téměř na konci (Dickel, 2014, s. 78). Zemní plyn je cenově méně konkurenceschopný ve srovnání s uhlím, jádrem i OZE (porovnáváme-li pouze variabilní náklady, Černoch et al., 2014, s. 526). Avšak s rozvíjejícími se obnovitelnými zdroji a vyšším důrazem na redukci emisí bude klíčový rozvoj vyrovnávacích a flexibilních zdrojů (neboli zdrojů schopných vyrovnávat krátkodobé výpadky produkce z OZE). V případě, že v budoucnu dojde k plánovanému odstavení jak jaderných, tak uhelných elektráren, tak se merit order výrazně změní. Zemní plyn tak bude následovat hned za obnovitelnými zdroji. Německu se tedy výrazně sníží manévrovací prostor a diverzita energetického mixu. Větší nasazení plynových elektráren nejen pro vyrovnávání rozdílů ve špičce, ale i v základní zátěži (base load) by mělo výrazný vliv na redukci emisí.

Vzhledem k plánovanému odchodu od využívání uhlí až v roce 2038 bude zemní plyn ve střednědobém horizontu stále soupeřit s uhelnými elektrárnami. Z toho důvodu je merit order stále klíčový. Uhelne elektrárny jsou podobně flexibilní jako ty plynové, avšak jsou výrazným emitentem CO₂. Na merit order má vliv výše ceny uhlíku (ceny emisních povolenek, cena za tunu CO₂). Čím vyšší bude cena emisních povolenek, tím více budou uhelné elektrárny nahrazovány těmi plynovými. Uhlí bylo státem dlouhodobě dotováno a upřednostňováno před plynem jako domácí zdroj přispívající k vyšší energetické bezpečnosti než importovaný zemní plyn. Naopak zemní plyn byl ponechán tržním silám. Nízká cena emisních povolenek, která je dlouhodobě podhodnocená, zvýhodňuje uhlí před zemním plynem. Vyšší cena by proto zvýhodnila dlouho upozadovaný zemní plyn vůči vysoko emisnímu uhlí (Dickel, 2014, s. 78-80). Dlouhodobě by však vyšší cena za uhlí vytlačovala z mixu zemní plyn a zvýhodňovala bezemisní OZE (Auer, 2019, s. 5).

Role zemního plynu při výrobě elektřiny je proto určena merit order, který je dán relativními cenami uhlí a zemního plynu a cenou za uhlíkové emise. V současnosti je ale cena evropských emisních povolenek tak nízká, že nedokáže změnit merit order mezi uhlím a plynem (Dickel, 2014, s. 79). Aby se tato situace změnila, tak by EU musela zvolit ambicióznější cíle systému pro obchodování s emisemi. To je ovšem spíše

nepravděpodobné z důvodu opozice z některých členských států, které vycházejí z toho, že vysoké ceny emisních povolenek by mohly vést k utlumování těžkého průmyslu a jeho přesouvání mimo Evropu (Dickel, 2018, s. 7; 40). Nevýhoda plynu oproti uhlí je jeho vyšší cena a nutnost surovinu importovat ze zahraničí (zejména z Ruska). Energetická bezpečnost by se v tomto směru zvýšila v případě, že by uhelné elektrárny byly stále v provozu a sloužily by jako záložní zdroj (back up, Dickel, 2014, s. 92-101). Ten by byl použit jen v případě výpadku dodávek plynu či jiných problémech v síti.

Podpora zemního plynu namísto uhlí poskytuje více technologických možností pro budoucí dekarbonizovaný svět, založený na obnovitelných zdrojích. Tyto technologie se stále vyvíjejí a zdokonalují. Patří mezi ně např. CCS umožňující další používání fosilních paliv, technologii power to gas (p2g), parní reformování metanu či druhá generace biopaliv. Elektřina z uhelných zdrojů by měla budoucnost pouze, pokud by byla vybavena CCS a energetický systém by byl založen čistě na elektřině. Podpora plynu v této tranzici by též znamenala výhodu, že bude zachována současná plynovodní infrastruktura, která je kompatibilní s power to gas a bioplynem (Dickel, 2014, s. 119).

5.3 Vodíkové a jiné technologie

Vodík má do budoucna velký potenciál v oblasti energetiky a dopravy. Vodík představuje výborný doplněk obnovitelných zdrojů, řešící problémy s uskladněním elektřiny z OZE. Jedná se o technologie power to gas či power to hydrogen. V současnosti se vodík vyrábí převážně z fosilních zdrojů, kde dominuje zemní plyn (dena, 2019, s. 6-9).

Vodík může být produkován třemi hlavními metodami: parním reformováním metanu (steam methane reforming, SMR), pyrolýzou či elektrolýzou. Parní reformování je chemický proces výroby vodíku z fosilních paliv, jako například ze zemního plynu, uhlí, a dalších. Vzhledem k využití fosilních paliv je vedlejším produktem CO₂. Aby byl proces uhlíkově neutrální, je třeba využít technologií pro ukládání uhlíku CCS (carbon capture and storage). Druhou metodou, jak vyrábět vodík, je pyrolýza. Pyrolýzou je zemní plyn změněn na vodík a pevný uhlík (C). Výhoda pevného uhlíku spočívá v tom, že je snadno využitelný v průmyslu (např. pro výrobu pneumatik), a tak není nutné ho obtížně skladovat. Třetí metodou je metoda elektrolýzy (jedná se o technologii power to gas). Díky využití elektrolýzy je z elektřiny vyroben vodík a kyslík. Vodík, který je vyroben touto cestou, může být považován za bezemisní pouze v případě, že použitá elektřina je

vyrobená z bezuhlíkového zdroje (z OZE). Pokud je elektřina vyrobena z fosilního paliva bez použití CCS, jako z uhlí či zemního plynu, vodík vyrobený pomocí elektrolýzy bude spojen s nepřímými emisemi (PÖYRY, 2019, s. 7-8).

Technologie p2g umožňuje přeměnit nevyužitou elektřinu z obnovitelných zdrojů na vodík, který je možné dlouhodobě skladovat, podobně jako se skladuje zemní plyn. To by dlouhodobě řešilo problém dosavadní neschopnosti ukládat elektrickou energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů. Rozvoj různých technologií na ukládání elektrické energie je velmi pomalý a jejich cena stále nekonkurenceschopná pro rozvoj ve velkém měřítku. Power to gas by proto díky řešení skladování obnovitelné elektřiny přispěl k dalšímu rozvoji obnovitelných zdrojů (PÖYRY, 2019, s. 6-7).

Vodík je možné proměnit na jiné plyny, jako je metan či amoniak, které jsou dobře využitelné v průmyslu. Výhoda vodíku je, že k jeho transportu lze využívat současnou plynovodní infrastrukturu, ale i úložiště pro zemní plyn. Pro transport vodíku současnou plynovodní infrastrukturou je však nutná její částečná adaptace. Současnou plynovodní a distribuční sítí je možné transportovat zemní plyn s 5-10 % příměsí vodíku. Naopak metan, který lze vyrobit z vodíku, může nahradit zemní plyn bez omezení. Je otázkou, zda se vydat cestou, kdy bude vylepšen produkční proces výroby metanu, založený na vodíku z přebytkové obnovitelné elektřiny, nebo upravit plynovodní infrastrukturu tak, aby mohla transportovat samotný vodík (taková síť by mohla transportovat i metan) (Dickel, 2018, s. 9).

Dnes má vodík především průmyslové využití např. v chemickém průmyslu, rafineriích, železářství či v ocelářství (IEA, 2019d, s. 89-90). Do budoucna má vodík mnohem větší potenciál a může mít významné využití v dopravě, teplárenství, elektroenergetice či sloužit jako úložiště energie. V dopravě je velký potenciál pro rozvoj vodíkových a jiných plynových technologií, jelikož velká nákladní vozidla či letadla nebudou schopná jezdit na elektřinu. Široké využití by tak měly dopravní prostředky na vodíkový pohon s palivovým článkem, které by konkurovaly elektromobilům. Vodík je též použitelný pro vytápění budov, a to buď samotný či smíchaný se zemním plynem (IEA, 2019d, s. 145). Dalším sektorem s vysokým potenciálem pro vodík je elektroenergetika. Vodík je možné použít jako palivo v plynových elektrárnách a lze z něj, podobně jako ze zemního plynu, vyrábět elektřinu. Tu je možné vyrábět buď pouze z vodíku (plynové turbíny, které jsou schopné vyrábět elektřinu pouze na bázi vodíku jsou stále ve vývoji a

měly by být dostupné do roku 2030), nebo ze směsi vodíku a zemního plynu. Další cestou je vodík přeměnit na amoniak nebo na syntetický metan, a ten spalovat spolu s uhlím v uhelných elektrárnách. Tímto způsobem je dosaženo snížení uhlíkové stopy uhelných elektráren (IEA, 2019d, s. 120-125, 148, 150; 156).

Vodík je ideálním řešením pro ukládání nevyužité elektřiny z obnovitelných zdrojů. Tato komodita tak může být uložena ve své běžné či kompresované formě (nebo po přeměně na metan či amoniak). Výhoda skladování vodíku je, že může být skladován dlouhodobě ve velkém objemu. Skladování může probíhat v tancích (spíše krátkodobé skladování), nebo v geologických úložištích (dlouhodobější skladování). Vodík je možné skladovat podobně jako zemní plyn v solných dolech, vytěžených ložiscích ropy či zemního plynu (IEA, 2019d, s. 68-69).

Plyny můžeme klasifikovat na obnovitelné plyny, dekarbonizované plyny a plyny s nízkým obsahem uhlíku. Obnovitelné plyny jsou plyny (vodík, amoniak, metan) získané technologií p2g, vyrobené z elektřiny z obnovitelných zdrojů. Do obnovitelných plynů též spadá biomasa. V obou případech se jedná o plyny, které při jejich výrobě nezatěžují životní prostředí emisemi. Dekarbonizované a nízkoemisní plyny vznikají metodou SMR přeměnou např. zemního plynu na vodík. Dekarbonizované plyny jsou dekarbonizovány pomocí CCS o 90 %, nízkoemisní naopak o 60 % ve srovnání se zemním plynem (dena, 2019, s. 16).

Budoucí energetika založená nejen na elektřině (all-electric system), ale i na vodíku je daleko lépe proveditelná než systém závislý pouze na elektrické energii. To platí jak z ekonomického i časového hlediska, tak z hlediska efektivity. Některé sektory jsou jen těžko elektrifikovatelné, a proto by vodík doprovázející elektřinu umožnil snazší transformaci energetiky na dekarbonizované hospodářství. Upravená plynovodní infrastruktura pro transport vodíku je již v provozu na úrovni průmyslu, a tak víme, že tato konverze je technologicky možná. Transformace na vodíkový systém by tak umožnila transport i skladování vodíku z elektřiny z OZE (Dickel, 2018, s. 41). Vodíková infrastruktura tak může být dlouhodobě perspektivní investicí vzhledem k tomu, že ji lze využívat až do té doby, než dojde k vyčerpání zásob zemního plynu. Zemní plyn bude do budoucna potřebný vzhledem ke schopnosti vyrábět z něj vodík pomocí technologie SMR. Ten bude klíčový pro energetické hospodářství z dlouhodobého hlediska v momentě, kdy bude elektrolýza silně rozvinutá a ekonomicky dostupná (IEA, 2019d, s. 39).

5.4 Výhledy poptávky po plynu

Jak již bylo řečeno výše, prognózy poptávky po plynu se výrazně liší, a to především v závislosti na autorech studií a jejich předpokladech. Podle Mezinárodní energetické agentury by měl dvojitý exit (jak od jaderné, tak od uhelné energie) v následující dekádě zapříčinit vyšší poptávku po zemním plynu v elektroenergetickém sektoru. Naopak zlepšení energetické účinnosti a další rozvoj obnovitelných zdrojů bude tento růst mírně zpomalovat. Ačkoliv němečtí politici spoléhají na to, že ztracenou kapacitu z jádra a uhlí při výrobě elektřiny nahradí převážně z obnovitelných zdrojů, jejich rozvoj nemusí být tak rychlý, jak se předpokládalo. Problémem je stále nevyřešené skladování energie a chybějící elektrizační soustava, které brzdí další rozvoj obnovitelných zdrojů. Z toho důvodu bude klíčové si ve střednědobém horizontu udržet stávající flexibilní plynové elektrárny, stejně tak jako vystavět nové k pokrytí odpojené kapacity. V minulých letech vzrostl podíl zemního plynu na výrobě elektřiny z 10 % v roce 2015 na 13 % v roce 2018 (IEA, 2020, s. 150-161).

Německá vláda předpokládá nárůst spotřeby zemního plynu v elektroenergetice v následujících letech, zatímco spotřeba plynu v teplárenství by měla klesat vzhledem k lepšímu zateplení budov a úsporám. Plynové elektrárny jsou nejčastěji poháněny zemním plynem. Vzhledem ke svým vysokým nákladům nejspíše nebudou hrát ostatní syntetické plyny výraznou roli při výrobě elektřiny do roku 2030. Německá vláda předpokládá mírný nárůst celkové poptávky po zemním plynu (plynu obecně) do roku 2030 (dena, 2019, s. 7; 18). IEA (a další instituce) je ve svém odhadu o něco radikálnější a předpokládá celkový nárůst poptávky po zemním plynu v Německu, který bude trvat zhruba do roku 2035. Stejně tak má v následujících letech růst poptávka po importech zemního plynu vzhledem k nízkým domácím zásobám. Od druhé poloviny následující dekády by měla poptávka po zemním plynu začít postupně klesat (IEA, 2020, s. 160). Výroba elektřiny plynovými elektrárnami by měla následně do roku 2050 klesat z důvodu výrazné výstavby obnovitelných zdrojů (dena, 2019, s. 18). V dlouhodobém horizontu by se měla poptávka přesouvat na dekarbonizované či obnovitelné plyny (IEA, 2020, s. 150-160).

Dlouhodobě by měl pokračovat vývoj a komerční uvedení na trh technologie power to gas, SMR a CCS, které nabízejí široké využití pro skladování přebytečné elektřiny z obnovitelných zdrojů a produkci dekarbonizovaných plynů. Poptávka po dekarbonizovaných a obnovitelných plynech by měla po roce 2030 výrazně růst a díky

technologickému pokroku by měly být plyny široce využívány jak v elektroenergetice, teplárenství, tak v dopravě (IEA, 2019d, s. 123).

5.5 Role zemního plynu v Energiewende

Pro snížení emisí na požadovanou úroveň, ke které se německá vláda zavázala v důsledku Pařížské úmluvy, nebude stačit spolehnout se pouze na obnovitelné zdroje. Jejich rozvoj nepostupuje dostatečně rychle, jak se předpokládalo, a při dvojitém exitu je bude muset doprovázet kontrolovatelný fosilní zdroj. Z krátkodobého hlediska obnovitelné zdroje nebudou schopny dostát kontrolovatelným zdrojům vzhledem k nemožnosti dlouhodobě a levně ukládat velké množství elektrické energie. Vzhledem k tomu, že němečtí politici plánují ústup jak od jaderné, tak od uhelné energie, zemní plyn bude posledním tradičním zdrojem ve výrobě elektřiny (Auer, 2019, s. 4-5). Zemní plyn již v současné době v elektroenergetice postupně nahrazuje jádro (IEA, 2020, s. 150-161). Německo bude muset při odpojování jaderných elektráren kompenzovat ztracenou kapacitu na jihu země výstavbou nových plynových elektráren (IEA, 2020, s. 37). Vzhledem k pomalému odstupování Německa od uhelné energie (až v roce 2038), ve srovnání s ostatními západoevropskými zeměmi bude v krátkodobém horizontu zemní plyn soupeřit s uhlím, a to zejména v elektroenergetice, teplárenství a průmyslu (Auer, 2019, s. 4-6). Proto je klíčové správné nastavení instrumentů, jako je cena emisních povolenek, mající vliv na merit order. Vzhledem k emisním cílům, by měl zemní plyn podle IEA krátkodobě nahrazovat i uhelné zdroje (IEA, 2020, s. 161).

Poptávka po zemním plynu by měla v následující dekádě zřejmě růst (bude tažena růstem poptávky v dopravě a v elektroenergetice, kde by měl zemní plyn suplovat výpadky jaderných a uhelných kapacit). To by znamenalo i nárůst importů zemního plynu do Německa vzhledem k nízkým a stále klesajícím domácím zásobám. V průběhu dekady 2030 by měla celková poptávka po zemním plynu začít klesat v důsledku výrazného rozšíření OZE a pokroků technologie p2g, díky které by mělo být možné ve velkém měřítku vyrábět elektrolýzou vodík z obnovitelné elektřiny, a ten následně skladovat či rovnou využívat. Vodík má potenciál nahradit zemní plyn a jiné fosilní zdroje v elektroenergetice, teplárenství i dopravě. P2g a bioplyn jsou budoucími substituty konvenčního zemního plynu a jsou založeny na obnovitelných zdrojích (Dickel, 2018, s. 7-8). Dlouhodobě by se měla poptávka přesunout k dekarbonizovaným a obnovitelným plynům (IEA, 2020, s. 160).

V krátkodobém až střednědobém horizontu by se zemní plyn měl stát důležitým zdrojem energie, sehrávající klíčovou roli v energetické transformaci Německa. Zemní plyn bude v německém energetickém mixu sloužit jako přemostovací zdroj (bridge fuel), který bude schopný zajistit stabilitu energetického systému a vyhnout se blackoutům v důsledku rostoucího zastoupení intermitentních obnovitelných zdrojů. V současné době samotné obnovitelné zdroje nejsou schopny zajistit spolehlivost energetických dodávek (Dickel, 2018, s. 1-2; 42). Zemní plyn tak nabízí řešení v podobě zdroje s nižším emisním zatížením, který je schopný provozu jak v základním zatížení, tak k vyrovnání rozdílů ve špičce (sloužící jako back-up). Je dostatečně flexibilní a kontrolovatelný (dispatchable power), a tím pádem umožňuje zachování spolehlivosti dodávek v systému, kde dochází ke snižování kapacity ostatních fosilních zdrojů.

Zatímco konvenční zemní plyn bude hrát roli přemostovacího paliva, dekarbonizovaný zemní plyn, převážně ve formě vodíku, se stane součástí bezemisního hospodářství v dlouhodobém horizontu. V momentě, kdy dojde k rozvinutí vodíkové energetiky, bude zemní plyn stále využitelný pro výrobu vodíku pomocí technologie SMR. Dekarbonizovaný zemní plyn tak může být součástí energetického mixu i po dosažení emisní neutrality v roce 2050 (Dickel, 2018, s. 1-2). Dekarbonizovaný zemní plyn tak může hrát komplementární roli k obnovitelným zdrojům, představujícím bezemisní alternativu pocházející z fosilních zdrojů.

5.6 Role nízko- a bezuhlíkových plynů v Energiewende

Nízko- a bezuhlíkové plyny mají pro budoucí bezemisní hospodářství Německa vysoký potenciál. Mezi bezuhlíkové plyny (obnovitelné plyny) můžeme zařadit vodík vyrobený z obnovitelné elektřiny pomocí p2g či bioplyn. P2g představuje řešení hlavních problémů německé energetické koncepce (viz výše, Dickel, 2014, s. 115). P2g by vyřešilo problémy spojené se skladováním energie z obnovitelných zdrojů a s nedostatečnou přenosovou soustavou, které schází severojižní propojení. Německo naráží na problémy, jak dostat obnovitelnou elektřinu vyrobenou na severu do jihoněmeckých spolkových zemí. Přeměna obnovitelné elektřiny vyrobené na severu Německa na vodík (případně další transformace vodíku na metan) a jeho transport plynovodní soustavou na jih by vyřešil problémy s nedostatečnou elektrizační soustavou. Ve státech, jako je Bavorsko či Bádensko-Württembersko, které byly tradičně zásobovány jadernou energií, by se z tohoto vodíku v plynových elektrárnách mohla znovu vyrábět elektrická energie, která by zásobovala

zdejší průmysl a domácnosti (Dickel, 2018, s. 9-10).

Technologie p2g je již dostupná, zatím byla ale spíše aplikovaná v malém rozsahu v rámci různých pilotních projektů. Dosud není ve fázi, kdy by byla uveditelná na trh, jelikož za současných podmínek je neekonomická a málo efektivní. Z toho důvodu je nutné, aby se p2g dostala z výzkumného stádia do stádia uvedení na trh (dena, 2016, s. 1-2).

Bioplyn je jeden z mála obnovitelných zdrojů, jehož výroba v bioplynové stanici je kontrolovatelná (dispatchable generation). Výhoda bioplynu je jeho schopnost vyrovnávat síť v momentě, kdy je nízká produkce elektráren vzhledem k nízkému slunečnímu svitu či slabému větru. Navyšování výroby elektřiny a tepla z bioplynu nemá pro Německo již velký potenciál. Podle německého Ministerstva pro ekonomiku a energetiku dosáhlo Německo již v roce 2015 60 % hodnoty svého dlouhodobého potenciálu pro výrobu biomasy (Dickel, 2018, s. 8).

Mezi nízkouhlíkové plyny a dekarbonizované plyny můžeme zařadit výrobu vodíku z fosilních paliv za přítomnosti CCS pomocí technologie SMR. Technologie SMR je v současnosti nejvíce rozvinutá a zároveň nejvýhodnější ze všech vodíkových technologií. Využívá se již i ve velkém měřítku a je nejvíce efektivní pro produkci vodíku. Její nevýhodou je politická pozice proti CCS v některých zemích (PÖYRY, 2019, s. 7). Díky této technologii bude zemní plyn potřebný i dlouhodobě, protože jako jediný ze současných fosilních paliv má nejnižší uhlíkovou stopu. Zemní plyn bude potřebný pro výrobu vodíku v případě, že energetické hospodářství nepůjde směrem úplné elektrifikace všech sektorů (all-electric system), ale budou využity i plynové technologie (nízkoemisní, dekarbonizovaný a obnovitelný vodík). Úplná elektrifikace hospodářství by mohla ohrozit dekarbonizační cíle, a to především v sektorech, které jsou jen těžko elektrifikovatelné, jako například nákladní doprava, teplárenství či průmysl. Vodík vyrobený ze zemního plynu může být klíčovým komplementem obnovitelné elektřiny i po roce 2050 (PÖYRY, 2019, s. 2). Zemní plyn i plyn obecně nebude tedy pouze přechodným palivem, ale bude součástí dekarbonizovaného světa. Z pohledu budoucího využití zemního plynu je logické, že si k němu Německo díky výstavbě Nord Streamu zajišťuje dlouhodobý přístup. Přechod na systém, který by byl založený na obnovitelných zdrojích a plynu, by podle IEA mohl vést k nižší cenové elasticitě plynu. V momentě, kdy by nefoukal vítr, by plyn byl potřeba za jakoukoli cenu. To by mělo za následek vyšší citlivost na vývoj cen plynu. Agentura

tvrdí, že s největší pravděpodobností zůstane Rusko i nadále největším dodavatelem zemního plynu na německý trh (IEA, 2020, s. 156). Aby nebyla ohrožena ekonomická dimenze energetické bezpečnosti, je třeba zřídit LNG terminály, které zlepší pozici Německa ve vyjednávání příznivějších cen importovaného zemního plynu. I přesto, že vývoj budoucí poptávky není jistě garantován, je jasné, že plyn bude do budoucna potřeba jako komplement k OZE, a tudíž bude v Energiewende zaujímat strategicky důležitou roli.

5.7 Vládní strategie zaměřená na plynový sektor

Jedním z hlavních dokumentů, udávajících budoucí směřování německého energetického hospodářství, je energetická koncepce z roku 2010 (BMWi, 2010). Tato koncepce se věnuje plynovému sektoru velice málo. Je založená především na rozvoji obnovitelných zdrojů. Dekarbonizaci fosilních zdrojů se nevěnuje, a to i přesto, že jsou hlavním emitentem CO₂. Redukce emisí CO₂ byla ponechána evropskému obchodování s emisemi (Dickel, 2018, s. 4). Koncepce explicitně nezmiňuje, jakou roli by v energetickém mixu měl do budoucna hrát plyn. Pouze letmo zmiňuje budoucí význam power to gas (BMWi, 2010). Ani usnesení z června 2011, které revidovalo energetický koncept a zakotvilo rychlejší odstoupení od jaderné energie, se nezmiňovalo o tom, jak bude výpadek jaderné kapacity nahrazen (BMWi, 2011, s. 2).

Vlády dlouhodobě nebyly schopné definovat budoucí roli zemního plynu a ponechávaly jeho osud tržním silám (Dickel, 2014, s. 93-94). Jediný, kdo v roce 2010 řešil budoucí význam plynu, byla organizace Greenpeace, která již tehdy nazírala na zemní plyn jako na přemostovací palivo, do budoucna založené na obnovitelných zdrojích a diskutovala jeho potenciál pro elektroenergetický a dopravní sektor. Kromě Strany zelených nebyl plyn dlouhodobě adresován jako prostředek vedoucí k dekarbonizaci. Německé vlády se dohodly na upřednostnění OZE a vyřazení jádra z energetického mixu. O rozhodnutí mezi uhlím a zemním plynem v elektroenergetice ale dlouhodobě mlčely (Dickel, 2014, s. 88, 96-97). Ačkoliv Etická komise svolaná v důsledku jaderné havárie v japonské Fukušimě upozornila na důležitou roli plynu jako přemostujícího paliva, její doporučení byla v následujících debatách ignorována (Dickel, 2014, s. 119). V koaliční dohodě z roku 2013 nebyla role plynu v Energiewende nijak zmíněna (Die Bundesregierung, 2013). To stejné platí i pro koaliční dohodu z roku 2018, kde také není role plynu zmíněna (Die Bundesregierung, 2018).

Německé vládě bylo dlouhodobě vyčítáno, že není schopna definovat roli plynu v budoucím energetickém mixu a vymezit jeho vztah k uhlí (Dickel, 2018, s. 115). V důsledku rozhodnutí o ústupu od využívání uhelné energie se stalo pro vládu nezbytné tuto roli definovat. Význam zemního plynu se tak zvýšil, vzhledem k tomu, že zemní plyn je posledním fosilním zdrojem při výrobě elektřiny, který nebyl vyřazen z tradičního energetického mixu.

V únoru 2019 německé ministerstvo hospodářství spolu s energetickou agenturou (dena) započaly dialog s názvem „Gas 2030“, jehož cílem bylo vyvinout širší vizi pro roli plynu v Energiewende, a to mezi vládou a německým průmyslem (IEA, 2020, s. 157). Německá vláda nazírá v současné době na zemní plyn jako na přemostující technologii především v elektroenergetickém sektoru (BMWi, 2019c). Zemní plyn tak má podle německé vlády hrát důležitou roli v přechodu na bezemisní hospodářství. V následujících letech by měl být zemní plyn klíčový především v dopravním sektoru, teplárenství a elektroenergetice. Po roce 2030 by měl podle vlády hrát stále důležitou roli, ta by měla ale slábnout (dena, 2019, s. 14-15).

Vláda si uvědomuje, že aby byly Energiewende a její ambiciózní cíle realizovány, je nutné postavit budoucí hospodářství nejen na obnovitelné elektřině, ale i na dekarbonizovaných a obnovitelných plynech. Plyny by měly být využity zejména v sektorech, kde je elektrifikace obtížná. Německá energetika se tedy nebude vydávat cestou plné elektrifikace, ale v určitých segmentech budou využity nízko- a bezuhlíkaté plyny. V elektroenergetice a teplárenství by podle vlády mělo dojít k substituci uhlí dekarbonizovanými a obnovitelnými plyny. Těmto plynům přiznává vláda do budoucna velkou důležitost a dlouhodobě by měly být nezbytnou součástí energetického zásobování Německa. Naopak pro zemní plyn v jeho klasické podobě a využití již nebude z dlouhodobého pohledu místo. Důležitý bude ale při výrobě vodíku a jiných syntetických plynů (dena, 2019, s. 5-7).

V současné době vláda podporuje vývoj technologie power to gas a CCS a provádí různé výzkumné a demonstrační projekty s cílem uvést tyto technologie v následujících dekádách na trh. Jedním z těchto podporovaných programů jsou „Reallabore der Energiewende“, neboli laboratoře Energiewende, které pracují na projektech za stamiliony eur ročně. Jde primárně o rozvoj technologií p2g, CCS a dalších. U technologie p2g je podporována zejména přeměna obnovitelné elektřiny na metan (NRW, 2019).

Za účelem dosažení emisních cílů, schválila německá vláda v říjnu 2019 program na ochranu klimatu. Ten má zdražit ceny fosilních paliv pomocí uvalení poplatku za emise uhlíku pro sektor dopravy a teplárenství. Jedná se o sektory, které nejsou zahrnuty do evropského obchodování s emisemi. Cena za uhlík má být zavedena od 2021 a má být uvalena na paliva, jako je topný olej, zemní plyn, uhlí, benzín či nafta. Poplatek je relativně nízký, začínající na 10 eur/tunu CO₂ v roce 2021 a stupňující se do roku 2025 až na 35 eur/tunu CO₂ (BMF, 2019, s. 1).

5.8 Doporučení německé vládě

Obnovitelný a dekarbonizovaný plyn by měl být součástí dekarbonizovaného světa a měl by hrát komplementární roli k obnovitelným zdrojům. Vláda by proto měla podpořit plynový průmysl a výzkum a vývoj technologií jako p2g, SMR, CCS a dalších tak, aby se technologie staly efektivnější, použitelné ve velkém měřítku a konkurenceschopné. Vláda již výzkum a vývoj těchto technologií provádí, měla by však toto úsilí zintenzivnit a zesílit dosavadní podporu tak, aby byla ekonomika připravena na přechod k vodíkovým technologiím podle plánovaných emisních cílů. Z dlouhodobého hlediska by vláda měla nastavit vhodný rámec pro umožnění konkurenceschopnosti nízko- a bezemisním plynům ve vztahu k obnovitelným zdrojům. Klíčové je udržet funkční a nepodinvestovanou plynovou infrastrukturu tak, aby byla využitelná ať už pro vodíkovou infrastrukturu, nebo pro transport metanu. To stejné platí i pro plynová úložiště. Vláda by měla určit jasnou strategii pro budoucí využití vodíku. Měla by stanovit, do jaké míry bude probíhat jeho smíchávání se zemním plynem a do jaké míry bude nutná přestavba či úprava současné plynovodní infrastruktury dle transportu vodíku či metanu. Je důležité tento záměr artikulovat s předstihem, jelikož případná transformace plynové infrastruktury na vodíkový systém může trvat několik let.

Z důvodu budoucího dlouhodobého využití plynové infrastruktury je důležité se krátkodobě neodklánět od využívání zemního plynu. Zemní plyn by měl být využit k výraznému snížení emisí, a tím pádem dosažení emisních cílů díky jeho vysokého potenciálu nahradit uhlí především v elektroenergetice, ale i v teplárenství a průmyslu. Vzhledem k tomu, že Německo zvolilo v celoevropském srovnání relativně pomalý ústup od uhlí, je třeba krátkodobě podpořit coal to gas switching odpovídající cenou emisních povolenek. Jejich výše nastavená v současnosti Evropskou unií a vztahující se jen na některé sektory je nedostatečně vysoká a neinicuje přepínání směrem k nízkouhlíkovým

zdrojům. Ačkoliv Německo od roku 2021 zavádí dodatečné emisní povolenky pro sektory mimo evropský systém obchodování s emisemi (teplárenství a dopravu), jejich cena je pořád relativně nízká. Tyto národní povolenky se nevztahují na elektroenergetiku, kde má coal to gas switching vůbec nejvyšší potenciál. Emise v elektroenergetice reguluje evropský systém obchodování s emisemi a cena emisních povolenek je v současnosti relativně nízká. Německá vláda by se proto měla snažit krátkodobě (v průběhu následujícího desetiletí) zvýhodnit zemní plyn vůči ostatním palivům nastavením dražších emisních povolenek pro sektor dopravy, teplárenství i elektroenergetiky. Výše povolenek by měla být taková, aby iniciovala změnu v merit order mezi vysokoemisním uhlím a zemním plynem, který představuje nižší emisní zátěž. Německá vláda by měla také výrazněji podporovat využití zemního plynu jako paliva v dopravě, především u vozidel na CNG a LPG. Vláda by také měla nadále podporovat diverzifikaci dodavatelů plynu pomocí výstavby LNG terminálů.

Závěr

Předložená práce se věnuje německé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu a roli tohoto zdroje v rámci německé energetické transformace. Zkoumáním bylo zjištěno, že Německo v současnosti dosahuje střední úrovně energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu. Pro analýzu byl využit nově vytvořený analytický rámec, založený na krátkodobých a dlouhodobých indikátorech energetické bezpečnosti. Z krátkodobých indikátorů vyplývá, že Německo je vystaveno relativně vysokému externímu riziku, že stabilita dodávek zemního plynu bude narušena. Vysoké externí riziko je způsobené vysokou importní závislostí. Německo je schopno v současnosti pokrýt z domácích zdrojů pouze 4 % své poptávky po zemním plynu. Zbytek je nuceno dovážet. Tento faktor vystavuje hospodářství značné zranitelnosti vůči externím dodavatelům. Importní závislost Německa se dlouhodobě zhoršuje kvůli stále klesajícím domácím zásobám zemního plynu.

Riziko potenciálního přerušení dodávek je zmírňováno externími a domácími faktory, které zvyšují odolnost energetického systému vůči výpadkům. Německo dosahuje střední úrovně odolnosti (jak domácí, tak externí), což mu umožňuje částečnou absorpci šoku (rizika), přicházejícího zvenčí. Externí odolnost ekonomiky zajišťuje velmi dobře diverzifikovaná infrastruktura a střední úroveň diverzifikace dodavatelů. Infrastrukturní propojení Německa s jeho dodavateli se v průběhu času zlepšuje. Jelikož ale dosud disponuje pouze potrubními systémy, potenciál pro zlepšení tohoto indikátoru přináší výstavba LNG terminálů.

Němečtí dodavatelé jsou středně diverzifikováni. Německý trh je rozdělen mezi tři velké dodavatele zemního plynu. Vládne na něm spíše oligopolní struktura, kde má majoritní postavení Rusko. Ruské zastoupení na dodávkách do Německa v posledních letech výrazně roste v důsledku útlumu těžby zbývajících dodavatelů – Nizozemí a Norska. Výsledkem je znepokojující růst podílu Ruska na německém trhu. Ze současných dodavatelů je to pouze Rusko, které je jediným dlouhodobě perspektivním dodavatelem schopným pokrýt německou poptávku. Německo je vystaveno externímu riziku především ze strany úzkého dodavatelského napojení na Rusko, které již v minulosti využilo bilaterální hospodářské vztahy k politickým motivům. Ostatní dodavatelé jsou z politicky stabilních zemí a zlepšují index politické stability dodavatelů. Střední domácí odolnost

zajišťují jedny z nejvyšších kapacit plynových zásobníků na svět. Jejich kapacita konstantně roste. Zásobníky jsou schopny částečně pokrýt krátkodobý výpadek dodávek, nejedná se ale o dlouhodobé řešení.

Dlouhodobé indikátory též odkrývají, že energetická bezpečnost je na střední úrovni. Zemní plyn (konvenční) je vysoce společensky a environmentálně přijatelný. Pomocí Nord Streamu si Německo zajistilo dlouhodobý přístup k zásobám zemního plynu. Dlouhodobé kritérium zajištění zásob je tak splněno, jelikož Rusko má největší zásoby zemního plynu na světě. Cenový vývoj je do budoucna obtížně predikovatelný, ale je pravděpodobné, že bude do budoucna přetrvávat cenová volatilita. Hrozbu může představovat růst cen v důsledku poklesu tržní konkurence. Výhledy poptávky po zemním plynu se liší, ale je pravděpodobné, že vzhledem k odstupu Německa od uhelné a jaderné energie, bude třeba krátkodobě ztracenou kapacitu kompenzovat nárůstem využití zemního plynu. Krátkodobě by proto měla poptávka po zemním plynu vrůst, což by prohloubilo závislost země na importu, vzhledem k neschopnosti pokrýt rostoucí poptávku z domácích zdrojů. Rostoucí poptávka by negativně působila i na kritérium domácí odolnosti, protože země by byla schopná pokrýt nižší podíl rostoucí poptávky ze stávajících zásobníků.

Na základě detailní analýzy bylo zjištěno, že plynová bezpečnost Německa je středně vysoká a energetická situace v zemi tudíž vybízí k obezřetnosti. Německo není plně rezistentní vůči všem rizikům přicházejícím zvenčí. Země by měla dbát na omezení hrozeb, které představuje dosavadní vývoj a měla by posilovat domácí a externí odolnost. Přední hrozbou je dnes již viditelná rostoucí role Ruska jako dodavatele zemního plynu na německém trhu. Rostoucí dominance Ruska by mohla omezit cenovou konkurenci na trhu, kde ostatní dodavatelé ztrácejí své tržní postavení. Externí odolnost lze navýšit pomocí intenzivnější diverzifikace dodavatelů. Proto je nutné, aby německá vláda především ve spojitosti s realizací plynovodu Nord Stream dbala na dlouhodobé zajištění konkurenčního prostředí na německém plynovém trhu. Je nezbytné, aby vláda v krátkodobém horizontu zajistila či podpořila vstup nových dodavatelů na německý trh tak, aby byl přinejmenším kompenzován pokles norských a nizozemských dodávek v důsledku uzavírání jejich nalezišť. Řešením je již vládou podporovaná výstavba tří LNG terminálů v Severním moři, která by Německu zajistila přístup na spotový trh se zkapalněným plynem. Na německý trh by tímto byl umožněn vstup novým dodavatelům, pocházejícím např. z USA, Kataru či Ománu, kteří disponují jedněmi z největších zásob zemního plynu na světě. Přístup

konkurenčních dodavatelů by působil pozitivně na větší diverzifikaci dodavatelů, zajištění cenové konkurence a snížení závislosti na ruských dodávkách. Další možností podporující diverzifikaci je výstavba Jižního plynového koridoru, přinášejícího do Evropy zemní plyn z kaspického regionu. Těmito opatřeními by byly diverzifikováni nejen dodavatelé, ale došlo by i k diverzifikaci importní infrastruktury, což by celkově zvýšilo externí odolnost systému.

Další hrozbou je růst poptávky po zemním plynu, převyšující tempo růstu kapacity zásobníků. Tento vývoj by měl negativní důsledky na domácí odolnost energetického systému, a proto je třeba v následujících letech úměrně navyšovat kapacitu plynových zásobníků. Německá vláda by měla také intenzivněji dbát na růst energetické účinnosti a podporu energetických úspor tak, aby byla poptávka po zemním plynu omezena na potřebné minimum.

Plynovod Nord Stream ovlivňuje energetickou bezpečnost Německa několika směry. Prvotně Nord Stream zlepšuje indikátor importní infrastruktury vzhledem k tomu, že dále diverzifikuje přepravní kapacity. Opačným směrem působí na indikátor diverzifikace dodavatelů. Plynovod představuje užší napojení na ruské dodávky plynu a v případě, že na trh nevstoupí žádný nový dodavatel, závislost na ruském plynu do budoucna poroste. Proto je klíčové, aby německá vláda v souvislosti s dokončením plynovodu Nord Stream usilovala o zpřístupnění trhu jiným dodavatelům. Hodnotíme-li vliv Nord Streamu na energetickou bezpečnost podle dlouhodobých indikátorů, plynovod přispívá k zajištění dlouhodobých zásob pro německý trh, z kterých je možné uspokojit rostoucí německou poptávku. Riziko může představovat cenová nestabilita v důsledku poklesu konkurence na německém trhu. Negativním důsledkem Nord Streamu je jeho působení na rozvrat evropské energetické unie. Přeshraniční spolupráci s evropskými partnery bude Německo potřebovat pro úspěšnou realizaci Energiewende.

Pokud bude zajištěno konkurenční prostředí, plynovod by sám o sobě neměl představovat hrozbu či synonymum rostoucí závislosti na ruském plynu. Klíčová bude konstelace konkurenčního prostředí, které v současnosti v Německu oslabuje. V případě, že budou splněny tyto podmínky, měl by být plynovod přínosem pro energetické zásobování, které zajistí dlouhodobý přístup ke klíčové surovině pro energetickou tranzici.

Druhá část práce se zabývala rolí zemního plynu v energetické transformaci Německa a důsledky budoucího vývoje plynového sektoru pro plynovou bezpečnost.

Odpovědí na druhou výzkumnou otázku je, že zemní plyn má významnou roli v německé Energiewende. Ta je mu přisuzována jak německou vládou, tak akademickou obcí. Nejvyšší potenciál má zemní plyn především v krátko- až střednědobém horizontu, kdy by měl nahradit ztrátu kapacity v důsledku odpojování uhelných a jaderných zdrojů. Tuto ztrátu nejspíše nebudou schopny plně pokrýt obnovitelné zdroje, vzhledem k dosud nevyřešenému skladování a infrastrukturním nedostatkům. Potenciál pro redukcí emisí je především při nahrazení uhlí v teplárenství a v elektroenergetice.

Dlouhodobě ale již nebude možné používat zemní plyn v jeho tradičním využití v případě, že chce Německo dostát svým emisním cílům. Ve 30. letech 21. století by mělo dojít k poklesu poptávky po zemním plynu a poptávka by se měla přesouvat spíše k dekarbonizovaným a obnovitelným plynům. K tomu je zapotřebí dostatečný rozvoj technologií, jako je parní reformování metanu, power to gas, CCS a dalších. Technologie power to gas má do budoucna velký potenciál vyřešit skladování a transport elektřiny z obnovitelných zdrojů. Její výhoda spočívá ve využití stávající plynovodní infrastruktury a plynových zásobníků, a tím pádem má nižší investiční náročnost než vybudování zcela nového systému.

Německo se rozhodlo nejít cestou celkové elektrifikace svého hospodářství. Taková přeměna by byla za první náročná a za druhé by mohla ohrozit splnění dekarbonizačních cílů vzhledem k tomu, že určité sektory jsou těžko elektrifikovatelné. Místo toho by měl obnovitelnou elektřinu v dekarbonizovaném hospodářství budoucnosti doprovázet dekarbonizovaný a obnovitelný plyn. Tyto plyny mají potenciál hrát komplementární roli k obnovitelným zdrojům, poskytující nejen možnost skladovat elektřinu, ale i možnost jejího transportu. Vodík a další syntetické plyny mají navíc široké budoucí využití, a to nejen v elektroenergetice, průmyslu, vytápění, ale i v dopravě. Ačkoliv z dlouhodobého pohledu bude význam zemního plynu klesat, bude to stále důležité palivo, které lze využít pro výrobu dekarbonizovaných plynů pomocí parního reformování metanu. Krátkodobá sázka na zemní plyn namísto uhlí přispěje k zachování plynové infrastruktury, která je následně využitelná pro vodíkový systém či transport metanu.

Zemní plyn tak bude podstatnou součástí Energiewende nejen v krátkodobém, ale i v dlouhodobém horizontu, a proto je klíčové, aby si Německo k němu zajistilo dlouhodobý přístup. Je tedy nutné potvrdit stanovenou hypotézu, že význam zemního plynu v

energetickém hospodářství Německa do budoucna poroste v důsledku Energiewende. To platí především v krátkodobém až střednědobém horizontu.

Důležitost zemního plynu pro realizaci Energiewende bude do budoucna prohlubovat již v současnosti viditelná rizika ohrožující energetickou bezpečnost. Tato rizika mohou sílit především v krátkodobém až střednědobém horizontu, kdy může poptávka po zemním plynu růst v důsledku substituce uhelných a jaderných kapacit. Nižší diverzifikace zdrojů v energetickém mixu a vyšší podíl Ruska na dodávkách plynu by mohla snižovat odolnost energetického systému a ohrožovat plynulost dodávek. Vzhledem k tomu, že zemní plyn je klíčovým zdrojem pro energetickou tranzici, je o to důležitější zajistit bezpečnost tohoto zdroje a posilovat plynovou bezpečnost výše uvedenými způsoby.

V případě, že se dostatečně rozvinou zmiňované vodíkové technologie, nebude zemní plyn pouze tranzitivním zdrojem umožňujícím přechod na dekarbonizovaného hospodářství. Zemní plyn by se stal zdrojem, který by byl dlouhodobě využíván pro výrobu dekarbonizovaných plynů, jež budou součástí energetického hospodářství i po roce 2050.

Summary

Energy security is an important and current issue, especially for a resource-poor country such as Germany. An important task of the government is to ensure continuous energy supply, in order to maintain economic stability and ensure future economic growth. In the case of natural gas, energy security is crucial due to its specific nature, which represents higher dependency risk than other energy sources like oil or uranium. Natural gas market is often heavily monopolized, traditional natural gas supply (excluding LNG) is tied to gas pipelines, and natural gas reserves are concentrated in a few locations around the world. This creates huge inequalities in access to energy commodities and dependent trade relations, which can be used for political motives. Ensuring gas security is a crucial issue, given the fact that Germany is currently able to cover only 4 % of its gas demand from its domestic sources.

This master thesis evaluates the current level of energy security in Germany in the natural gas sector and points out future potential threats arising from the realization of Nord Stream gas pipeline. In order to meet this goal, a new analytical framework is created, which evaluates gas security in terms of both short-term and long-term energy security indicators. This framework is based on several studies, primarily on the Model of Short-term Energy Security published by International Energy Agency. The framework is further extended by other studies dealing with the long-term dimension of energy security. Second part of the thesis deals with the role of natural gas in German energy transition (so-called *Energiewende*).

By application of the analytical framework, it was found that Germany is currently achieving a medium level of energy security in gas sector. It achieves medium level of energy security in both short-term and long-term indicators. This means that Germany is not fully resistant to all risks coming from the outside. The country should strengthen its domestic and external resilience. The main threat is high import dependency (96 %) and rising share of the Russian gas on total deliveries. This is accompanied by the declining presence of German major traditional suppliers such as the Netherlands and Norway. If other suppliers do not enter the market, this trend will continue due to the planned closure of Norwegian and Dutch gas deposits. Another threat is the potential growth in demand for natural gas as a result of German *Energiewende*, which would have a negative impact on the indicators of import dependence, daily send-out capacity from gas storage and indicator

of supplier diversification (in case there will be only three major current suppliers on the market). Nord Stream pipeline improves the indicator of import infrastructure, but on the contrary it has a negative effect on the indicator of supplier diversification. The gas pipeline has a positive effect on the long-term indicator of securing gas reserves. On the contrary, declining competition on the German market could be a cause of volatile gas prices.

When examining the role of natural gas in Energiewende, it was found that natural gas plays a significant role. Its highest potential is especially in short to medium term, when it can compensate for the loss of capacity of coal and nuclear resources. The potential for reducing emissions lies primarily in the replacement of coal in the heating and power sector. If technologies such as steam methane reforming or power to gas are sufficiently developed, natural gas can be used for a long time for production of decarbonized gases.

Použitá literatura

Monografie a kolektivní monografie

CASNÝ, Petr. *Europas Kampf um Energie*. 1. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag in Berlin, 2007.

CUPALOVÁ, Marcela. Energetická bezpečnost EU. In: *Energetická bezpečnost - geopolitické souvislosti*. Praha: Professional Publishing, 2008, s. 59-183. ISBN 978-80-86946-91-7.

ČERNOCH, Filip, Petr ČERNOCH, Tomáš VLČEK a Jan OSIČKA. *Technicko-ekonomické aspekty energetiky*. Brno: Munipress, 2014. ISBN 978-80-210-5997-9.

ČERNOCH, Filip, Břetislav DANČÁK a Jan OŠIČKA. *Energiewende: Šoučasný stav, budoucí vývoj a důsledky pro ČR*. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-7905-2.

DANNREUTHER, Roland. *Energy Security*. Cambridge: Polity Press, 2017. ISBN 978-0745661919.

DRULÁK, Petr. *Jak zkoumat politiku: kvalitativní metodologie v politologii a mezinárodních vztazích*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-385-7.

ELKIND, Jonathan. Energy Security: Call for a Broader Agenda. In: PASCUAL, Carlos a Jonathan ELKIND. *Energy Security: Economics, Politics, Strategies, and Implications*. Washington DC: Brookings Institution Press, 2010, s. 119–148. ISBN 978-0815769194.

GEA. *Global Energy Assesment*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. ISBN 9781 10700 5198.

HECKING, Harald a Adnan VATANSEVER. *Options for Gas Supply Diversification for the EU and Germany in the next Two Decades*. London, 2016. Dostupné také z: <https://www.ewi.research-scenarios.de/cms/wp-content/uploads/2016/10/Options-for-Gas-Supply-Diversification.pdf>.

HOFFMANN, Nils. *Renaissance der Geopolitik? Die deutsche Sicherheitspolitik nach dem Kalten Krieg*. 1. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2012. ISBN 978-3531194332.

JEWELL, Jessica. Measuring Energy Security: From Universal Indicators to Contextualized Frameworks. In: SOVACOOL, Benjamin. *The Routledge Handbook of Energy Security*. New York: Routledge, 2011, s. 330-355. ISBN 978-0415591171.

JOACHIM, Radkau a Hahn LOTHAR. *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München: Oekom Verlag, 2013. ISBN 978-3-86581-315-2.

KRUYT, Bert, Detlef VAN VUUREN, Bert DE VRIES a Heleen GROENENBERG. Indicators for Energy Security. In: SOVACOOL, Benjamin. *The Routledge Handbook of Energy Security*. New York: Routledge, 2011, s. 291-312. ISBN 978-0415591171.

MÜLLER-KRAENNER, Sascha. *Energiesicherheit, die neue Vermessung der Welt*. München: Verlag Antje Kunstmann, 2007. ISBN 978-3888974700.

SOULEIMANOV, Emil. *Energetická bezpečnost*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-331-5.

SOVACOOL, Benjamin, ed. *The Routledge Handbook of Energy Security*. New York: Routledge, 2011. ISBN 978-0415591171.

TEREM, P. Potenciál a limity rozvoja jadrovej energetiky. In: *Energetická bezpečnost a mezinárodní politika*. Praha: Vysoká škola mezinárodních a veřejných vztahů, 2011, s. 23-40.

Odborné články a studie

AUER, Josef. *Natural gas as a transitional source of energy: How can Germany ensure a sufficient supply?* Frankfurt am Main, 2019. Dostupné také z: <https://1url.cz/HzNc3>.

BDEW. *Energy Market Germany*. 2019. Dostupné také z: https://www.bdew.de/media/documents/Pub_20190603_Energy-Market-Germany-2019.pdf.

DENA. *Potenzialatlas Power to Gas: Klimaschutz umsetzen, erneuerbare Energien integrieren, regionale Wertschöpfung ermöglichen*. Berlin, 2016. Dostupné také z: <https://www.dena.de/en/newsroom/publication-detail/pub/studie-potenzialatlas-power-to-gas/>.

DENA. *Dialogprozess Gas 2030: Hintergrundpapier*. Berlin, 2019. Dostupné také z: <https://1url.cz/6zNc4>.

DICKEL, Ralf. *The New German Energy Policy: What Role for Gas in a De-carbonisation Policy?* Oxford, 2014. 978-1-907555-97-8. Dostupné také z:

<https://www.oxfordenergy.org/publications/the-new-german-energy-policy-what-role-for-gas-in-a-de-carbonization-policy/?v=928568b84963>.

DICKEL, Ralf. *The Role of Natural Gas, Renewables and Energy Efficiency in Decarbonisation in Germany: The need to complement renewables by decarbonized gas to meet the Paris targets*. Oxford, 2018. Dostupné také z: <https://1url.cz/CzNPY>.

EITZE, Jasper, Laura PHILIPPS a Steven HÖFNER. *Wie weiter mit Nord Stream 2? Handlungsoptionen für die deutsche Außenpolitik*. Berlin, 2019. Dostupné také z: <https://www.kas.de/documents/252038/4521287/Wie+weiter+mit+Nord+Stream+2+-+Handlungsoptionen+f%C3%BCr+die+deutsche+Au%C3%9Fenpolitik.pdf/aef23f6d-8dd3-c7fe-c3b0-5a415f23f77b?version=1.0&t=1572529778105>.

EXXONMOBILE. *Energieprognose Deutschland 2018 – 2040*. 2018. Dostupné také z: <https://corporate.exxonmobil.de/Energie-und-Umwelt/Energieressourcen/Energiemarkt-Deutschland/Energieprognose-Deutschland-2018-2040>.

FNBGAS. *Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030*. Berlin, 2019. Dostupné také z: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/NetzentwicklungUndSmartGrid/Gas/NEP_2020/Szenariorahmen2020.pdf;jsessionid=52E3128768BF56F83D11262E833F7120?__blob=publicationFile&v=1.

GÖTZ, Roland. Mythen und Fakten - Europas Gasabhängigkeit von Russland. *Osteuropa*. 2012, 61(8), 435-458.

CHYONG, Chi-Kong. *Markets and long-term contracts: The case of Russian gas supplies to Europe: Working Paper*. Cambridge, 2015. Dostupné také z:

<https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2015/12/1524-Text.pdf>.

IEA. *Germany 2020: Energy Policy Review*. Paříž, 2020. Dostupné také z:

<https://www.iea.org/reports/germany-2020>.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. 2019a. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information-2019_4d2f3232-en.

IEA. Energy security: Ensuring the uninterrupted availability of energy sources at an affordable price. *International Energy Agency* [online]. 2019b [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.iea.org/areas-of-work/ensuring-energy-security>.

IEA. *World Energy Outlook*. 2019c. Dostupné také z: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>.

IEA. *The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities*. 2019d. Dostupné také z: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2016. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

IEA. *Energy Supply Security: Emergence Response of IEA Countries*. Paříž, 2014a. Dostupné také z: <https://www.iea.org/reports/energy-supply-security-the-emergency-response-of-iea-countries-2014>.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2014b. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

IEA. *The IEA Model of Short-term Energy Security (MOSES): Primary Energy Sources and Secondary Fuels*. Paříž, 2011a. Dostupné také z: <https://webstore.iea.org/the-iea-model-of-short-term-energy-security>.

IEA. *Measuring Short-term Energy Security*. Paříž, 2011b. Dostupné také z: <https://www.iea.org/reports/measuring-short-term-energy-security>.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2011c. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2008. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2006. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

IEA. *Natural Gas Information Statistics*. Paříž, 2004. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information_16834267.

KUČEROVÁ, Irah. Energetická šachovnice Evropské Unie. *Medzinárodné vzťahy*. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2008, 6(1), 80-88. ISSN 1336 – 1562.

LABANDEIRA, Xavier a Baltasar MANZANO. Some Economic Aspects of Energy Security. *European Research Studies*. 2012, 15(4), 47-64.

MITROVA, Tatiana. IAEE. *Changing Gas Price Mechanisms in Europe and Russia`s Gas Pricing Policy*. 2015. Dostupné také z: <https://www.iaee.org/en/publications/newsletterdl.aspx?id=291>.

NYMOEN, Håvard a Kathrin GRAF. ZUKUNFT ERDGAS. *Strategische Marktprognose Erdgas*. Berlin, 2016. Dostupné také z: <https://zukunft.erdgas.info/studien/erdgas-in-der-energiegewende/marktprognose>.

PÖYRY. *Hydrogen from natural gas: The key to deep decarbonisation*. 2019. Dostupné také z: https://www.poyry.com/sites/default/files/zukunft_erdgas_key_to_deep_decarbonisation_0.pdf.

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF ENERGY SECURITY WORKING GROUP (QAESWG). Developing an Energy Security Index. In: KOYAMA, K. *Study on the Development of an Energy Security Index and an Assessment of Energy Security for East Asian Countries*. Jakarta: ERIA, 2011, s. 7-47.

SIMPSON, James a Kyung-Seok MIN. *Gas Emergency Policy: Where Do IEA Countries Stand?* Paříž, 2011. Dostupné také z: <https://webstore.iea.org/gas-emergency-policy-where-do-iea-countries-stand>.

SÜPTITZ, Joséphine a Christian SCHLERETH. Fracking: Messung der gesellschaftlichen Akzeptanz und der Wirkung akzeptanzsteigernder Maßnahmen. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*. 2017, 69(4), 405-439.

World Economic Outlook. International Monetary Fund (IMF) [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/index.aspx>.

YERGIN, Daniel. Ensuring Energy Security. *Foreign Affairs*. New York, 2006, 85(2), 69-82.

Internetové zdroje

ASTRASHEUSKAYA, Nastassia. Russia to go it alone on construction of Nord Stream 2 pipeline. *Financial Times* [online]. Moskva, 2020 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.ft.com/content/a0f1b83c-41b4-11ea-bdb5-169ba7be433d>.

BBL. Transport gas in both directions between the Netherlands and the United Kingdom. *BBL Company* [online]. 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.bblcompany.com/>.

BERG, Oliver. Wann die Braunkohle-Kraftwerke abgeschaltet werden sollen. *Der Spiegel* [online]. 2020 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/wann-die-braunkohle-kraftwerke-abgeschaltet-werden-sollen-a-9f79ac74-ebe4-49a4-b300-b9070678731c>.

DEZEM, Vanessa. Germany Set to Draw More Russian Gas, Regardless of What Trump Says. *Bloomberg* [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-02-28/germany-natural-gas-demand-set-to-soar-as-coal-plants-close>.

Energy statistics - an overview. *Eurostat* [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview.

Energy import dependency by products. *Eurostat* [online]. 2020 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_50/default/table?lang=en.

Europe. *Gazprom* [online]. 2018 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.gazprom.com/about/marketing/europe/>.

GAZPROM. *Europe* [online]. [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://www.gazprom.com/about/marketing/europe/>.

HASSELBACH, Christoph. Nächtlliche Debatte zu Nord Stream 2. *Deutsche Welle* [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.dw.com/de/n%C3%A4chtliche-debatte-zu-nord-stream-2/a-51149771>.

HOHMANN, M. Erdgasverbrauch in Deutschland in den Jahren von 1980 bis 2018. *Statista* [online]. 2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/41033/umfrage/deutschland---erdgasverbrauch-in-milliarden-kubikmeter/>.

Human Development Report. *UNDP* [online]. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <http://hdr.undp.org/en/data>.

Inwieweit sind Sie für oder gegen den Gebrauch von Erdgas in Deutschland? *Statista* [online]. 2011 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/196177/umfrage/meinung-zum-gebrauch-von-erdgas-in-deutschland/>.

KELLY, Éanna. Pressure builds on Norway to change tack and cut out oil faster. *Science Business* [online]. 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://sciencebusiness.net/international-news/pressure-builds-norway-change-tack-and-cut-out-oil-faster>.

KOENIG, Peter. Nord Stream 2: US Sanctions. In: *Dissident Voice [BLOG]; Santa Rosa* [online]. 2020 [cit. 2020-04-08]. 2332012960. Dostupné z: <https://search-proquest-com.zdroje.vse.cz/docview/2332012960?accountid=17203>.

MEIJER, Bart. Netherlands to halt Groningen gas production by 2022. *Reuters* [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-netherlands-gas/netherlands-to-halt-groningen-gas-production-by-2022-idUSKCN1VV1KE>.

NORD STREAM. *Fact sheet: Das Nord Stream Pipeline-Projekt*. 2014. Dostupné také z: <https://goo.gl/6qi90R>.

NORD STREAM. *Die Pipeline*. 2013. Dostupné také z: <https://www.nord-stream.com/de/das-projekt/die-pipeline/>.

NRW. Wie wichtig sind gasförmige Energieträger für die Energiewende? *Energie Agentur* [online]. 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://1url.cz/FzNnW>.

ROUX, Lucie. German LNG projects are taking shape, but does the market need them? *S&P Global Platts* [online]. 2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://blogs.platts.com/2019/07/23/german-lng-does-market-need-them/>.

SCHMIDT-FELZMANN, Anke. Instrument der russischen Geopolitik. *Internationale Politik* [online]. 2018 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://internationalepolitik.de/de/instrument-russischer-geopolitik>.

SCHMIDT, Hendrik. Regierung beschließt Kohleausstieg bis 2038. *Der Spiegel* [online]. 2020 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/kohle-ausstieg-bis-2038-regierung-beschliesst-abschaltung-alter-kraftwerke-a-059aeea7-311e-48d9-8765-0f4562c59a9e>.

TÜD. Generationenprojekt Energiewende. Tatsachen über Deutschland [online]. 2019 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/de/rubriken/umwelt-klima/generationenprojekt-energiewende>.

UMBACH, Frank. Kommerzielles Projekt oder strategische Desorientierung? Die umstrittene Nord Stream-2 Gaspipeline. Bundesakademie für Sicherheitspolitik. 2018. Dostupné také z: <https://www.baks.bund.de/de/arbeitspapiere/2018/kommerzielles-projekt-oder-strategische-desorientierung-die-umstrittene-nord>.

UPDATE 1-Germany set to have at least 2 LNG terminals -minister. Reuters [online]. 2019 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/germany-lng/update-1-germany-set-to-have-at-least-2-lng-terminals-minister-idUSL5N2072W1>.

WORLD BANK (WB). Commodity Markets Outlook: Role of Substitution Commodity Demand. Washington DC, 2019. Dostupné také z: <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

Vládní dokumenty

BMF. *Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050*. 2019. Dostupné také z: <https://1url.cz/4zNno>.

BMU. *Projektionsbericht der Bundesregierung 2019*. 2019. Dostupné také z: <https://www.bmu.de/download/projektionsbericht-der-bundesregierung-2019/>.

BMWi. *Energiedaten: Gesamtausgabe Einleitung*. 2019a. Dostupné také z: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>.

BMWi. *Versorgungssicherheit bei Erdgas: Monitoring-Bericht nach § 51 EnWG*. Berlin, 2019b. Dostupné také z:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/monitoringbericht-versorgungssicherheit-2017.html>.

BMWi. Derzeit unverzichtbar für eine verlässliche Energieversorgung. *BMWi* [online]. 2019c [cit. 2020-04-14]. Dostupné z:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/konventionelle-energietraeger.html>.

BMWi. *Eine Zielarchitektur für die Energiewende: Von politischen Zielen bis zu Einzelmaßnahmen* [online]. 2016 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/zielarchitektur.html>.

BMWi. *Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende: Die Energie der Zukunft*. Berlin, 2017. Dostupné také z:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/zweiter-fortschrittsbericht-zur-energiewende.html>.

BMWi. *Energiekonzept: für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Berlin, 2010. Dostupné také z:

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010.html>.

BMWi. *Der Weg zur Energie der Zukunft - sicher, bezahlbar und umweltfreundlich: Beschlüsse vom 6. Juni 2011*, 2011. Dostupné také z:

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiekonzept-2010-beschluesse-juni-2011.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

DIE BUNDESREGIERUNG. *Ein neuer Aufbruch für Europa, Eine neue Dynamik für Deutschland, Ein neuer Zusammenhalt für unser Land: Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD; 19. Legislaturperiode*. Berlin, 2018. Dostupné také z:

<https://1url.cz/YzNnt>.

DIE BUNDESREGIERUNG. *Deutschlands Zukunft gestalten: Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD*. Berlin, 2013. Dostupné také z: <https://1url.cz/dzNYA>.

BDEW, *Entwicklungen in der deutschen Erdgaswirtschaft 2018*. [online]. 2018 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=2018_12_18_agebtagung_dez2018_gas_vortrag.pdf.

Entwicklung des deutschen Gasmarktes. *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)* [online]. 2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z:

https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Erdgasstatistik/erdgas_node.html.

EVROPSKÁ KOMISE. *Green Paper: Towards a European strategy for the security of energy supply*. Brusel, 2000. Dostupné také z:

http://aei.pitt.edu/1184/1/energy_supply_security_gp_COM_200.

Seznam grafů a tabulek

Tabulka 1: Indikátory energetické bezpečnosti zemního plynu	13
Tabulka 2: Základní cíle Energiewende	19
Tabulka 3: Rozmezí pro indikátory, zemní plyn	26
Tabulka 4: Plnění dlouhodobých indikátorů energetické bezpečnosti	40
Tabulka 5: Vývoj energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu	43
Graf 1: Vývoj kapacity zásobníků zemního plynu v Německu	29
Graf 2: Zásoby zemního plynu na území Německa	31
Graf 3: Zásoby zemního plynu současných i potenciálních dodavatelů Německa	33
Graf 4: Cena zemního plynu v Německu	35
Graf 5: Prognóza cen zemního plynu pro Evropu	35
Graf 6: Poptávka po zemním plynu dle regionů	37
Graf 7: Vývoj poptávky po zemním plynu, Německo	37
Graf 8: Prognóza vývoje primární energetické spotřeby zemního plynu, Německo	38
Graf 9: Import zemního plynu do Německa	44
Graf 10: Primární spotřeba energie, Německo, 2018	47
Graf 11: Hrubá výroba elektřiny, Německo, 2018	47
Schéma 1: Postup při hodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu	14
Schéma 2: Modifikovaný analytický rámec pro zhodnocení energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu	17

Teze Diplomové práce

ZÁVĚREČNÉ TEZE MAGISTERSKÉ PRÁCE NMTS
Závěrečné teze student odevzdává ke konci Diplomního semináře III jako součást magisterské práce a tyto teze jsou spolu s odevzdáním magisterské práce do SIS předpokladem udělení zápočtu za tento seminář.
Jméno: Patricie Štichová
E-mail: patricie.stichova@gmail.com
Specializace (uved'te zkratkou)*: ES
Semestr a školní rok zahájení práce: 2. semestr, 2017/2018
Semestr a školní rok ukončení práce: 2. semestr, 2019/2020
Vedoucí diplomového semináře: prof. JUDr. PhDr. Ivo Šlosarčík, Ph.D., LL.M.
Vedoucí práce: Mgr. Karel Svoboda, Ph.D. Konzultant: PhDr. Irah Kučerová, Ph.D.
Název práce: Energetická bezpečnost Německa v sektoru zemního plynu
Charakteristika tématu práce (max 10 řádek): Energetická bezpečnost je důležité a aktuální téma, a to především v surovinově chudých státech jako je Německo. V těchto státech je klíčové zajistit stabilní energetické zásobování za účelem udržení hospodářské stability a zajištění budoucího rozvoje. Cílem této diplomové práce je zhodnotit současný stav energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu a poukázat na budoucí potenciální hrozby plynoucí z realizace plynovodu Nord Stream. Za účelem naplnění stanoveného cíle je vytvořen nový analytický rámec, který zhodnocuje plynovou bezpečnost jak z hlediska krátkodobých, tak z hlediska dlouhodobých indikátorů energetické bezpečnosti. Druhá část práce se věnuje roli zemního plynu v energetické transformaci Německa (tzv. Energiewende). Zkoumán je význam zemního plynu v situaci postupného odpojování jaderných a uhelných kapacit a v probíhající celkové dekarbonizaci německého hospodářství.
Vývoj tématu od zadání projektu do odevzdání práce (max. 10 řádek): Téma se od zadání projektu výrazně se nezměnilo. Od počátku byla práce orientována na výzkum energetické bezpečnosti Německa v sektoru zemního plynu. Měnily se pouze dílčí části výzkumu, a to například to, že nebudou zkoumány jen krátkodobé indikátory energetické bezpečnosti dle modelu MOSES, nýbrž, že bude vytvořen nový analytický rámec zahrnující i dlouhodobé indikátory energetické bezpečnosti. Hlavní výzkumná otázka není mířena konkrétně na dlouhodobý vývoj rusko-německých energetických vztahů, nýbrž je zaměřená obecněji na stav německé energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu a vliv výstavby plynovodu Nord Stream. Dále byla oproti původní verzi přidána druhá výzkumná otázka zabývající se rolí zemního plynu v německé Energiewende. Až na tyto úpravy se téma neměnilo.
Struktura práce (hlavní kapitoly obsahu): Úvod 1.0 Teorie energetické bezpečnosti 2.0 Měření energetické bezpečnosti 3.0 Německá Energiewende

<p>4.0 Německá energetická bezpečnost v sektoru zemního plynu 5.0 Potenciál zemního plynu v německé Energiewende Závěr</p>
<p>Hlavní výsledky práce (max. 10 řádek): Aplikací analytického rámce bylo zjištěno, že Německo v současnosti dosahuje střední úrovně energetické bezpečnosti v sektoru zemního plynu. Přední hrozbou je vysoká míra importní závislosti (96 %) a rostoucí podíl ruských dodávek na celkových dodávkách plynu do Německa. Další hrozbou je potenciální růst poptávky po zemním plynu v souvislosti s německou Energiewende. Plynovod Nord Stream zlepšuje indikátor importní infrastruktury, ale naopak negativně působí na indikátor diverzifikace dodavatelů. Plynovod působí pozitivně na dlouhodobý indikátor zajištění zásob. Při zkoumání role zemního plynu v Energiewende bylo zjištěno, že zemní plyn má významnou roli této energetické transformaci. Nejvyšší potenciál má především v krátko- až střednědobém horizontu, kdy může nahradit ztrátu kapacity v důsledku odpojování uhelných a jaderných zdrojů.</p>
<p>Prameny a literatura (výběr nejpodstatnějších): ČERNOCH, Filip, Břetislav DANČÁK a Jan OŠIČKA. Energiewende: Šoučasný stav, budoucí vývoj a důsledky pro ČR. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-7905-2. DANNREUTHER, Roland. Energy Security. Cambridge: Polity Press, 2017. ISBN 978-0745661919. DICKEL, Ralf. The New German Energy Policy: What Role for Gas in a De-carbonisation Policy? Oxford, 2014. 978-1-907555-97-8. Dostupné také z: https://www.oxfordenergy.org/publications/the-new-german-energy-policy-what-role-for-gas-in-a-de-carbonization-policy/?v=928568b84963. DICKEL, Ralf. The Role of Natural Gas, Renewables and Energy Efficiency in Decarbonisation in Germany: The need to complement renewables by decarbonized gas to meet the Paris targets. Oxford, 2018. Dostupné také z: https://1url.cz/CzNPY. ELKIND, Jonathan. Energy Security: Call for a Broader Agenda. In: PASCUAL, Carlos a Jonathan ELKIND. Energy Security: Economics, Politics, Strategies, and Implications. Washington DC: Brookings Institution Press, 2010, s. 119–148. ISBN 978-0815769194. GEA. Global Energy Assessment. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. ISBN 9781107005198. HECKING, Harald a Adnan VATANSEVER. Options for Gas Supply Diversification for the EU and Germany in the next Two Decades. London, 2016. Dostupné také z: https://www.ewi.research-scenarios.de/cms/wp-content/uploads/2016/10/Options-for-Gas-Supply-Diversification.pdf. IEA. Germany 2020: Energy Policy Review. Paříž, 2020. Dostupné také z: https://www.iea.org/reports/germany-2020. IEA. Natural Gas Information Statistics. 2019a. Dostupné také z: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/natural-gas-information-2019_4d2f3232-en. LABANDEIRA, Xavier a Baltasar MANZANO. Some Economic Aspects of Energy Security. European Research Studies. 2012, 15(4), 47-64. SOVACOOOL, Benjamin, ed. The Routledge Handbook of Energy Security. New York: Routledge, 2011. ISBN 978-0415591171. YERGIN, Daniel. Ensuring Energy Security. Foreign Affairs. New York, 2006, 85(2), 69-82.</p>
<p>Etika výzkumu:** -</p>
<p>Jazyk práce: Čeština</p>
<p>Podpis studenta a datum</p>

Schváleno	Datum	Podpis
Vedoucí práce		
Vedoucí diplomového semináře		
Vedoucí specializace		
Garant programu		

* BAS – Balkánská a středoevropská studia; ES – Evropská studia; NRS – Německá a rakouská studia; RES – Ruská a eurasijská studia; SAS – Severoamerická studia; ZES – Západoevropská studia.

** Pokud je to relevantní, tj. vyžaduje to charakter výzkumu (nebo jeho zadavatel), data, s nimiž pracujete, nebo osobní bezpečnost vaše či dalších účastníků výzkumu, vysvětlete, jak zajistíte dodržení, resp. splnění těchto etických aspektů výzkumu: 1) informovaný souhlas s účastí na výzkumu, 2) dobrovolná účast na výzkumu, 3) důvěrnost a anonymita zdrojů, 4) bezpečný výzkum (nikomu nevznikne újma).