

Nickel i samband med övergången till elbilar

Utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel

Albert Björklöf

Lärdomsprov

Företagsekonomi

2023

Lärdomsprov

Albert, Björklöf

Nickel i samband med övergången till elfordon. Utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel.

Yrkeshögskolan Arcada: Företagsekonomi, 2023.

Identifikationsnummer:

9282

Sammandrag:

Nickel spelar en väldigt viktig roll i elbilarnas litiumbatterier. Övergången till elbilar kommer att kraftigt öka efterfrågan av nickel och kräva omfattande nytt utbud av nickel de kommande åren. Examensarbetet behandlar hur övergången till elbilar påverkar på efterfrågan och utbudet av nickel och på dess tillgänglighet. Syftet med denna studie var att ta reda på vilka utmaningar det finns för att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel genom att disponera resultaten enligt PESTEL modellen. Fokuset är på de politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekterna som orsakar förändringar i utbudet och efterfrågan av nickel. I studien tillämpas en kvalitativ forskningsmetod och metoden som används i studien är dokument som källa. I studien används endast sekundärkällor i form av vetenskapliga artiklar, offentligt institutionellt material, webbsidor och rapporter. Den teoretiska referensramen behandlar nickel, prognostisering och nickel i samband med övergången till elbilar. Studiens resultat visar att de finns flera politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekter som skapar utmaningar för skapandet av tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel. Den höga geografiska koncentrationsnivån av nickelproduktionen skapar politiska utmaningar genom att risken ökar för handelsrestriktioner, politisk instabilitet, geopolitiska spänningar och resursnationalism. Ekonomiska aspekter som skapar utmaningar är prisvolatilitet, inflation, ränteändringar, ökade produktionskostnader och kapitalintensiteten som krävs för utvinning och produktion av nickel. Sociala aspekter som skapar utmaningar är konflikter med ursprungsbefolkningen, lokala samhällen och organisationer som motsätter sig gruvverksamhet. Teknologiska och miljömässiga aspekter som skapar utmaningar är osäkerhet kring teknologiska förändringar, naturkatastrofer, miljöförstöring och hårda miljökrav. Lagliga aspekter som skapar utmaningar är

policyförändringar, statlig lagstiftning, länders förvaltning och regelverk. Alla dessa politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekterna kan orsaka stora förändringar i utbudet och efterfrågan av nickel vilket gör det svårt att förutspå hur tillgången av nickel kommer att se ut i framtiden. Därmed skapar dessa aspekter många utmaningar i att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel.

Nyckelord:

Nickel, elbil, tillgänglighet, utbud, prognostisering, efterfrågan

Degree Thesis

Albert, Björklöf

Nickel in connection with the transition to electric vehicles. Challenges to creating reliable forecasts of the availability of nickel.

Arcada University of Applied Sciences: Företagsekonomi, 2023.

Identification number:

9282

Abstract:

Nickel plays a very important role in the lithium batteries of electric cars. The transition to electric cars will greatly increase the demand for nickel and require a lot of new supply of nickel in the coming years. The thesis deals with how the transition to electric cars affects the demand and supply of nickel and its availability. The purpose of this study is to find out what challenges there are in creating reliable forecasts of the availability of nickel and to present the results according to the PESTEL model. The focus is on the political, economic, social, technological, environmental, and legal aspects that cause changes in nickel supply and demand. The study uses a qualitative research method and the method used in the study is documents as a source. In the study, only secondary sources are used in the form of scientific articles, public institutional material, websites, and reports. The thesis's theoretical framework includes nickel, forecasting and nickel in connection with the transition to electric cars. The results of the study show that there are several political, economic, social, technological, environmental, and legal aspects that create challenges for the creation of reliable forecasts of the availability of nickel. The high level of geographical concentration of nickel production creates political challenges by increasing the risk of trade restrictions, political instability, geopolitical tensions, and resource nationalism. Economic aspects that create challenges are price volatility, inflation, interest rate changes, increased production costs and the capital intensity required for the extraction and production of nickel. Social aspects that create challenges are conflicts with indigenous peoples, local communities and organizations that oppose mining operations. Technological and environmental aspects that create challenges are uncertainty around technological changes, natural disasters, environmental destruction, and strict environmental requirements. Legal aspects that create challenges are policy changes, government legislation, country administration and regulations. All these political, economic,

social, technological, environmental, and legal aspects can cause large changes in the supply and demand of nickel, making it difficult to predict what the supply of nickel will look like in the future. Thus, these aspects create many challenges in creating reliable forecasts of the availability of nickel.

Keywords:

Nickel, electric vehicle, availability, supply, forecasting, demand

Innehåll

1	INLEDNING	8
1.1	Problemformulering.....	8
1.2	Syfte	9
1.3	Avgränsningar	9
2	TEORI	9
2.1	Prognostisering	9
2.2	Lagertillgänglighet.....	11
2.3	Nickel.....	11
2.4	Elfordon och nickel.....	12
2.5	Globala efterfrågan av nickel i samband med övergången till elfordon	13
2.6	Globala utbudet av nickel i samband med övergången till elfordon	14
2.7	Geografiska koncentrationen av nickel.....	16
2.8	Sammanfattning av den teoretiska referensramen	16
3	METOD	17
3.1	Val av metod	18
3.2	Val av litteratur	19
3.3	Analys av det insamlade data.....	20
3.4	Validitet och reliabilitet.....	21
3.5	Etiska frågor	21
4	RESULTAT	22
4.1	Utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser av nickel	22
4.1.1	Politiska utmaningar.....	22
4.1.2	Ekonomiska utmaningar.....	24
4.1.3	Sociala utmaningar	26
4.1.4	Teknologiska utmaningar	26
4.1.5	Miljömässiga utmaningar.....	28
4.1.6	Lagliga utmaningar	28
5	DISKUSSION	29
5.1	Resultatdiskussion.....	29
5.2	Metoddiskussion	32
6	SLUTSATSER	33
6.1	Studiens begränsningar.....	33
6.2	Förslag till vidare studier	34
	Källor	35
	Bilagor	42

Bilaga 1: lista över hämtade data	42
Bilaga 2: Utmaningarna fördelade enligt PESTEL.....	43

1 INLEDNING

Nickel befinner sig för närvarande i en exceptionell situation, när efterfrågan förväntas öka kraftigt i samband med övergången från diesel- och bensindrivna fordon till eldrivna fordon. Nickel spelar en väldigt viktig roll i övergången till elbilar eftersom litiumbatteriet som är den viktigaste komponenten i elbilen kräver metaller som nickel i hög grad. Elbilarna är ingen ny sak, de har funnits med under lång tid. Men har enbart haft en liten roll fram tills nyligen. 2010 var mängden elbilar i världen kring några tusen och ännu 2019 bestod elbilen för mindre än 0,5 procent av globala passagerarfordonen (Scott & Ireland, 2020). Övergången från diesel- och bensindrivna fordon till eldrivna fordon har trappats upp under de senaste åren kraftigt och takten förväntas bara öka, vilket man kan tydligt se varje dag som man rör sig på vägarna eller i trafiken eller läser nyheter i dagens läge. Det har estimerats att årliga försäljningen av elbilar kunde vara mellan 21 och 28 miljoner år 2030 (Ozdemir et al., 2022). I samband med den gröna omställningen som sker kollektivt i stor del av världen i kampen mot klimatförändringen har många stora länder, regeringar och organisationer tagit kraftiga beslut och tagit åt sig ambitiösa mål när det gäller elektrifieringen av fordon, minskandet av transportsektorns koldioxidutsläpp och klimatpåverkan. Det politiska engagemanget gällande elektrifieringen av fordon har varit starkt och förväntas fortsätta så, i april 2021 hade redan över 20 länder samt över 70 regionförvaltningar och stadsförvaltningar bestämt sig för att nå nollutsläpp gällande fordon tills år 2050 (IEA, 2021). Exempelvis EU har kommit överens om att alla nya bilar och paketbilar som registreras i Europa skall ha nollutsläpp till 2035 och nya bilars genomsnittliga utsläpp skall minska med 55 procent till 2030 (Europa.eu, 2022).

1.1 Problemformulering

Elbilarnas andel ökar i snabb takt runtom i världen. Nickel behövs i allt högre grad i elbilarnas batterier. Den ökade efterfrågan kan skapa stora utmaningar för tillgängligheten av nickel. Eftersom tillgången på nickel är begränsad, uppstår det behov av nya gruvprojekt och att utveckla återanvändningen av nickel. Nickel med hög renhet kan brytas lönsamt på ett begränsat antal platser i världen. Därmed uppstår det ett behov att ta reda på hur den globala försörjningskedjan av nickel ser ut för tillfället och kan se ut i framtiden samt vilka utmaningar detta lägger på tillgängligheten av nickel i en värld

som präglas av bekämpningen av klimatförändringen, politiska konflikter samt en snabbt avancerande ny teknologi.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att ta reda på vilka utmaningar förväntas uppstå i prognostiseringen av leveranser av nickel på grund av den ökande efterfrågan. Studien söker svar på följande forskningsfråga:

Vilka är det mest betydande utmaningarna för att kunna skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel?

Utmaningarna kommer att disponeras enligt PESTEL modellen i vilken de politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekterna beaktas.

1.3 Avgränsningar

Eftersom studien utförs som en kvalitativ litteraturstudie används endast material från vetenskapliga artiklar, offentligt institutionellt material, webbsidor och rapporter. Arbetet avgränsas därmed till sekundärkällor.

2 TEORI

I detta kapitel presenteras teori om ämnet som är relevant för denna studie. Kapitlet avslutas med en sammanfattning av den teoretiska referensramen.

2.1 Prognostisering

Logistik handlar om att tillfredsställa efterfrågan som uppstår på ett företags produkter så effektivt som möjligt genom att styra materialflöden och resursförbrukningen. För att detta ska kunna ske, måste marknadens efterfrågan vara i balans med de resurserna som företaget har till förfogande för att producera varan eller tjänsten. För att företag skall kunna uppnå denna balans, är det nödvändigt för företagen att ha en uppfattning om eller kunna uppskatta framtida efterfrågan samt ha information om tillgången till de

nödvändiga resurserna. Detta kan göras med hjälp av prognostisering. Prognostisering är väldigt viktigt för att kunna effektivt styra materialflöden. (Jonsson & Mattsson, 2023)

Prognostisering handlar om att försöka ta reda på vad som kommer att hända i framtiden, genom att ta i beaktande händelser som hänt i det förflutna och händelser som sker i nuet. Prognostisering baserar sig alltså på att undersöka historiska data och trender för att kunna förutspå framtidens händelser, för att minska på osäkerhet samt möjliggöra effektiv planering. Det finns olika sätt och metoder inom prognostisering och både kvantitativt samt kvalitativa metoder används när prognoser görs. För att skapa prognoser används både primära källor och sekundära källor. Primära källor kan vara intervjuer, frågeformulär och fokusgrupper. Sekundära källor kan vara branschrappporter och annan information som redan har samlats in och publicerats av andra enheter. (Schmidt, 2023)

Vid prognostisering av tillgången av mineraler som nickel som behövs för den gröna omställningen, handlar det om att få insikter gällande förväntade utbudsnivåer och förväntade efterfrågenivåer, potentiella begränsningar och trender som kan påverka tillgängligheten av dessa metaller. Noggranna prognoser av metaller som nickel och kobolt behövs för att minska på risken för störningar i leveranskedjorna och för strategisk planering. Prognostisering av dessa metaller påverkas av ekonomiska, sociala, geopolitiska och miljömässiga händelser. (Rachidi et al., 2021)

Övergången till elbilar kräver att tillgången till mineraler som nickel är stabil och pålitlig och att utbudet kan estimeras för att undvika begränsningar i tillgången (Ballinger et al, 2019). Denna information är väldigt viktig för olika intressenter som är kopplade till industrin såsom gruvföretag, elbilstillverkare och beslutsfattare. Eftersom information om råmateriallets tillgänglighet, hjälper till med att ta beslut om saker relaterat till produktionsplanering, materialstyrning och resursallokering (Jonsson & Mattsson, 2023). Tillgängligheten av nickel påverkas huvudsakligen av kända reserver, produktionstrender, miljöbestämmelser, tekniska framsteg, ekonomiska och sociala förhållanden och politiska beslut och händelser (National Research Council, 2008). Ekonomiska, politiska, sociala och miljömässiga händelser kan ha en betydande inverkan på marknaden av nickel och dess dynamik även om händelserna inte är direkt kopplade till marknaden av nickel (Nieto, 2013). Det är mycket viktigt att ta olika faktorer i beaktande i prognosmodeller för att uppskatta framtida utbudsnivåer korrekt och att

ständigt uppdatera prognosmodellerna i takt med förändrade förhållanden (Schmidt, 2023).

2.2 Lagertillgänglighet

Lagertillgänglighet är ett av de traditionella elementen i leveransservicen i logistik och handlar om sannolikheten att en vara finns i lager när varan behövs (Storhagen, 2018). Lagertillgänglighet är en viktig faktor i logistik och lagertillgänglighet är avgörande när det kommer till att möta efterfrågan av en vara och är grunden till att företag kan uppfylla sina kundorder (Jenkins, 2022). När det gäller att trygga tillgången av nickel för den globala övergången till elbilar är lagertillgänglighet en viktig strategisk faktor. En tillförlitlig prognos hjälper till att bestämma rätta nivåer av lagertillgänglighet och lagertillgänglighet ger buffert mot osäkerheter i prognoser (Christopher, 2011).

2.3 Nickel

Nickel är det femte vanligaste grundämnet på jorden. Nickel har en silvervit, blank yta och förekommer främst i jordskorpan och även i kärnan av jorden i mycket lägre koncentration. Nickel finns även naturligt i jord, vatten och djur i små mängder. Nickel har många goda och attraktiva egenskaper. Nickel klarar bland annat av väldigt höga temperaturer och har en hög smältpunkt på 1453 grader Celsius, nickel har hög motståndskraft mot korrosion och oxidation, en låg termisk och elektrisk ledningsförmåga och kan återvinnas helt och hållet. Nickel är också magnetisk vid rumstemperatur och har katalytiska egenskaper. Dessa egenskaper är orsaken till att nickel används i väldigt många produkter inom olika industrier som transportindustrin, militärindustrin, byggnadsindustrin och vid produktion av många förnybarenergilösningar, elektronikartiklar och i konsumentartiklar. (Nickel Institute, 2023)

Nickelreserverna i världen är fördelade huvudsakligen mellan nickelsulfid och nickellaterit. Även om det finns flera typer av nickelmalm som kan utvinnas med olika tekniker men nickel bryts huvudsakligen av sulfid- och lateritmalm, eftersom den mest ekonomiskt koncentrerade formen av nickel förekommer i sulfid- och laterit typer av nickelmalm. Nickel bryts både vid yta och genom djup underjordisk brytning. Sulfidmalm har oftast framkommit från vulkaniska eller hydrotermiska processer och

finns oftast djupt under jorden, vilket gör utvinningen av nickelsulfid svårare samt dyrare jämfört med nickellaterit. Nickellaterit hittas för det mesta i rikligt tropiska klimat runt ekvatorn, som i Indonesien, eller i torra områden som i centrala västra Australien. Lateritmalmer bildas nära jordytan efter omfattande vittring och kan brytas direkt vid jordytan. Sulfidmalmer kan sägas vara av högre kvalitet eftersom de har högre nickelinnehåll än lateritmalmer, vilket gör det betydligt svårare, dyrare och miljöskadligare att bearbeta nickellaterit i jämförelse med sulfid. Eftersom nickellaterit kräver en intensiv hydrometallurgisk bearbetning som oftast sker i form av högtryckssyralakning. (Mudd, 2009)

Primärnickel som avser nickel som brutits och utvunnits från marken kan produceras och användas i många olika former som bland annat nickeloxid, nickelsulfat och ferro-nickel. 2021 var de två största användnings sektorerna, den rostfria stålindustrin som stod för runt 70 procent av all primär nickelanvändning och batteriindustrin stod för cirka 11 procent. (Nickel Institute, 2023)

Under de senaste 20 åren har nickels produktion av och efterfrågan på nickel stigit mycket till största del på grund av rostfritt stål tillsammans med en kraftigt växande kinesisk ekonomi som gjort massiva investeringar i olika byggprojekt. Detta har lett till att efterfrågan av nickel för rostfritt stål har mer än fördubblats under de senaste tio åren. 2020 konsumerades 70 procent av nickeln av den rostfria stålindustrin, varav klass 2 nickel som består främst av lateritmalm, såg största delen av tillväxten. Litiumbatterierna som används i elbilarna förväntas orsaka stor förändring i vilken slags nickel som efterfrågas mera och till vilket syfte. (Fraser et al., 2021)

2.4 Elfordon och nickel

Tillsammans med den gröna omställningen och kampen mot klimatförändringen har elbilar blivit allt vanligare som ett sätt att minska utsläppen av växthusgaser, detta kommer att leda till att efterfrågan på litiumbatterier som används i elbilar kommer därmed att öka drastiskt och tillsammans med det också efterfrågan på nickel som är i nyckelroll i produktionen av elbilsbatterier (Ozdemir et al., 2022). Under de följande 20 åren förväntas övergången till elbilar stå för den absolut största tillväxtsektorn gällande efterfrågan på nickel (Fraser et al, 2021). En av de största utmaningarna för övergången

till elbilar är tillgängligheten av batteriråvaror som nickel, för tillfället växer efterfrågan på elbilar snabbare än utbudet av rätt sorts nickel, av råvarorna som behövs för litiumbatterierna förväntas nickel stå för den största efterfrågeökningen år 2030, eftersom nickel mängden som används i elbils batterierna har ökat betydligt tack vare den höga energitätheten som nickelinnehållande katoder möjliggör och denna trend förväntas fortsätta framöver (IEA, 2022a). Elbilarnas litiumbatterier kräver klass 1 nickel som huvudsakligen är nickelsulfid (Darbar et al., 2022). Klass 1 nickel som huvudsakligen används i elbilarnas litiumbatterier är den renaste nickelmalm som har 99,8 procent eller högre nickelhalt (Scott & Ireland, 2020). Elbilarnas litiumbatterier kräver nickelsulfat som är en kemisk produkt med hög renhet och som kan endast tillverkas av råvaror som klass 1 nickel och även av delvis bearbetad nickel mellanprodukter, vilket kommer oundvikligen att leda till ökad efterfrågan av främst klass 1 nickel (Fraser et al., 2021). Nickelsulfat används vid katodtillverkningen för litiumbatterierna.

Klass 1 nickel som främst består av sulfidavlagringar kan också produceras från laterit avlagringar som även kallas klass 2 nickel. Klass 2 nickel är en mellanprodukt i produktionen av klass 1 nickel. Genom en högtryckssyralaknings process omvandlas klass 2 nickel till klass 1. Processen resulterar i en sulfid och hydroxidblandning som kan användas i produktionen av nickelsulfat. (Leighton, 2020)

I dagens läge med den teknologi som finns tillförfogande, kräver elbilarnas batterier klass 1 nickel. Nickel kvaliteten är avgörande när det gäller prestationsförmågan i batterierna, därför är typen av nickel oerhört viktig i elbilarnas batterier. Klass 1 nickel produceras till 70 procent av sulfidmalm, som koncentreras, smälts och raffinerar. Resten av klass 1 nickel runt 30 procent produceras av lateritmalm, som vanligtvis lakas med hjälp av högtryckssyralakning. Det finns än brist på sulfidmalm fyndigheter vilket är en hot för utbudet av nickelsulfid, samtidigt som det ser ut att finnas ett stort utbud på fyndigheter av lateritmalm. (Azevedo et al., 2020)

2.5 Globala efterfrågan av nickel i samband med övergången till elfordon

Även om elbilar är en av de minsta sektorerna gällande konsumeringen av primär nickel förväntas efterfrågan på nickel i sin helhet drivas under de följande 20 åren av

litiumbatterierna för elbilar, samt rostfritt stål. När det kommer till nickel i samband med elbilar så är det efterfrågan på nickelsulfat som spelar roll. Nickelsulfat som är en raffinerad delprodukt inom den totala marknaden av nickel och som behövs i elbilarnas litiumbatterier förväntas se den största efterfrågeökningen framöver. Om inte litiumbatterierna skulle finnas, skulle nickelsulfats andel vara liten. Efterfrågan förväntas växa med en genomsnittlig årlig tillväxt på 33 procent fram till 2040, som skulle betyda att efterfrågan av nickelsulfat skulle vara kring 3 miljoner ton nickelsulfat, i jämförelse med efterfrågan 2020 som var kring 173 tusen ton nickelsulfat. Av den här efterfrågan gällande nickelsulfat förväntas elbilarna stå för cirka 2,6 miljoner ton. Om litiumbatteriteknologin utvecklas som nu förväntas, skulle Kina eventuellt kunna stå för 1.2 miljoner ton nickel och de 27 EU länderna för 553 tusen ton år 2040, eftersom Kina och EU länderna förväntas stå för största delen av elbilarna. Batteriernas andel av nickels totala efterfrågan förväntas stiga från 6 procent i 2020 till 36 procent redan år 2040. (Fraser et al., 2021)

2.6 Globala utbudet av nickel i samband med övergången till elfordon

Utbudet av klass 1 nickel som behövs vid tillverkningen av nickelsulfat kan komma att inte räcka till, 2019 var all sorts av nickelproduktion runt om i världen sammanlagt 2.7 miljoner ton, samtidigt som det enligt McKinsey and Companys prognos 2017 förväntas behövas 570 tusen ton nickel för litiumbatterierna år 2025 (Darbar et al., 2022). Den här efterfrågan som uppstår på nickelsulfat på grund av övergången till elbilar, kommer att försöka hanteras genom upptrampning av nickelsulfat produktionen, producerat av klass 1 nickel, mellanprodukter som görs till klass 1, samt genom återvinning av nickel (Fraser et al., 2021). Utvinningen, brytningen samt raffineringen och bearbetningen av råmaterialet för litiumbatterier är direkt kopplat till tillgängligheten av råmaterialet, eftersom tillgången till naturresurser är begränsad, även om mängden litiumbatteriråmaterial som estimeras finnas tillgängligt i världen för att utvinnas har ökat med tiden i takt med att nya reserver har hittats (Scott & Ireland, 2020). Världens nickelreserver finns i form av nickelsulfid (klass1) och nickellaterit malm (klass 2), varav nickelsulfid används främst i tillverkningen av nickelsulfat som används i litiumbatterierna (Darbar et al, 2022).

Återvinning av litiumbatterierna har kortsiktigt väldigt liten roll när det kommer till utbudet av nickel. Men längre fram i tiden ökar återvinningens roll. Under 2020 talet är mineralvolymerna som kan återvinnas från litiumbatterierna obetydliga men redan från och med 2030 förväntas volymerna bli mera betydande. År 2040 förväntas återvunnen nickel från litiumbatterierna att redan ha en allt viktigare roll i utbudet av nickel för elbilar, samt i att främja cirkulär ekonomi och en hållbar försörjningskedja för nickel. Det estimeras att mängden återvunnen nickel från litiumbatterierna skulle vara kring 1.1 miljoner ton år 2040 i jämförelse med år 2030 när mängden estimeras vara 146 tusen ton. (Fraser et al., 2021)

Gällande framtidsutsikterna för utbudet av nickel, används termerna reserv och resurser. Resurser beskriver potentiella malmfyndigheter som kan eventuellt bli tillgängliga i framtiden men som kräver vidare undersökning. Reserver är malmfyndigheter som har vid prospekterings skedet kvantifierats och blivit konstaterade att de kan brytas ekonomiskt. (British Stainless Steel Association, 2023)

År 2021 uppskattade U.S Geological Survey att globala nickelreserverna ligger kring 95 miljoner ton nickel, när det kommer till nickelresurserna uppskattades det 2021 att världens nickel resurser är kring 300 miljoner ton, varav 40 procent skulle vara i magmatiska sulfidavlagringar och 60 procent i laterit avlagringar (Natural Resources Canada, 2023). Utöver detta har det även gjorts bedömningar om att det skulle finnas betydande nickelfyndigheter på djuphavsbotten och det har estimerats att det skulle kunna finnas kring 250 miljoner ton av nickel tillgängligt på havsbotten (Olafsdottir & Sverdrup, 2021).

När det gäller världens resurser av nickel har estimeringarna ökat mycket med tiden, de bästa uppskattningarna visar en slutlig utvinningsbar mängd på 650–700 miljoner ton nickel. Estimeringarna för stora länder, som exempelvis Ryssland och Kanada är troligtvis underskattade, med tanke på hur stora landytor dessa länder har, samt med tanke på deras geologi. Resultaten tyder på att det är troligt att mera nickelreserver kommer att hittas en tid framöver men att nickel är en resurs som kan ta helt och hållet slut kring år 2190. Men fast mera reserver av nickel skulle kunna fastställas kan man ändå inte anta att allt kan utvinnas. Förutsatt att efterfrågan på nickel är till ett pris som motiverar kostnaden för utvinningen, samt finansieringen och energin finns så tyder estimeringen

att runt 670 miljoner ton nickel finns tillgängligt för utvinning ännu. (Olafsdottir & Sverdrup, 2021)

2.7 Geografiska koncentrationen av nickel

De fem största länderna totalt sett i storleksordning gällande nickel resurser är Australien, Indonesien, Syd Afrika, Ryssland och Canada. Största delen av världens resurser gällande nickelsulfidmalm finns i Ryssland, Australien, Syd Afrika och Canada. Nickellaterit resurser finns huvudsakligen i länder som Indonesien, Filipinerna, Brasilien, Nya Kaledonien och Kuba. Länder som befinner sig i tropiskt klimat och nära ekvatorn. Men det finns även så kallade torra nickellaterit avlagringar som befinner sig i västra Australien och södra Afrika. Största delen av klass 1 nickels gruvproduktion sker i Ryssland, Canada, och Australien, 2019 var Ryssland andel 21,1 procent, Canadas 17,1 procent och Australien 14,4 procent. Norilsk Nickel som är ryskt gruvföretag stod för 17 procent av globala produktionen av klass 1 nickel år 2021. (FitchSolutions, 2021)

Världens tre största nickelgruvor mätt i produktionsvolym, finns i Ryssland, Indonesien och Filipinerna (Mining Technology, 2022). Globala produktionen av nickel är ganska geografiskt koncentrerat, och om man ser på bearbetnings och raffineringen av nickel, så är verksamheten ännu mera koncentrerad. Ungefär hälften av globala produktionen av nickel produceras i tre länder. År 2021 stod Indonesien för 37 procent, Filipinerna för 13,7 procent och Ryssland för 9,3 procent (Natural Resources Canada, 2023).

2.8 Sammanfattning av den teoretiska referensramen

Den teoretiska referensramen innehåller den viktigaste uppgifterna som kommer att användas i denna studie. Här beskrivs teorin om prognostisering, lagertillgänglighet och nickel i samband med övergången till elbilar. Prognostisering handlar om att ta i beaktande saker som har hänt i det förflutna och saker som händer i nuet för att kunna förutspå så noggrant som möjligt framtida händelser. Lagertillgänglighet är en av de traditionella leveransserviceelementen i logistik och handlar om att en vara finns i lager när varan behövs för att företag skall kunna uppfylla sina kundorder och möta efterfrågan. Efterfrågan på nickel kommer att öka drastiskt i samband med övergången till elbilar som sker i snabb takt på grund av den gröna omställningen och det finns risk att utbudet inte räcker till för att möta efterfrågan. Elbilarna kräver klass 1 nickel och mängden klass 1

nickel fyndigheter har minskat mycket. Nickels försörjningskedja är volymmässigt geografiskt koncentrerad till få länder. Prognostisering av nickel och lagertillgänglighet är viktigt för att kunna estimerat utbudet av nickel och säkerställa tillräcklig tillgång till nickel för övergången till elbilar. Prognostisering av tillgången till nickel handlar om att få insikter gällande förväntade utbudsnivåer och förväntade efterfrågenivåer, potentiella begränsningar och trender som kan påverka tillgängligheten. Prognostisering av nickel påverkas av teknologiska, sociala, ekonomiska och geopolitiska händelser. Tillsammans bildar uppgifterna en grund som skall bidra till att skapa en bättre förståelse kring ämnet och hjälpa till att besvara forskningsfrågan.

3 METOD

I detta kapitel kommer olika forskningsmetoder att beskrivas allmänt, och den metod som har valts för att genomföra den empiriska delen av denna studie kommer att beskrivas och motiveras.

När det kommer till forskningsmetoder finns det olika stilar och tillvägagångssätt gällande forskningsprocessen. Två huvudsakliga forskningsmetoder som är tillgängliga, den kvalitativa och kvantitativa forskningsmetoden. Det är viktigt att förstå skillnaden på dessa två forskningsmetoder, eftersom de är fundamentalt olika. (Ruane, 2015)

Kvantitativ forskningsmetod innebär systematisk undersökning av sociala fenomen, genom att använda sig av statistiska eller numeriska data för att få en bättre uppfattning om dessa fenomen samt deras samband. Utgångsläget i kvantitativ forskning är att kvantitativdata samlas in igenom mätning vilket innebär att antagandet är att fenomenet kan mätas. Mätningen kan ske på olika sätt, exempelvis med hjälp av intervjuer, observationer eller enkäter. Resultaten analyseras och tolkas sedan med hjälp av statistiska verktyg för att hitta samband och trender och för att se hur det förhåller sig till hypotesen för att verifiera de mätningar som gjorts. (Watson, 2015)

Kvalitativ forskningsmetod handlar om undersökning av sociala fenomen genom utnyttjande av verbala analysformer i stället för statistiska, betoningen är på ord vid insamlingen och analysen av data. Kvalitativ forskning brukar ha en flexibel och datadriven forskningsdesign och använda sig av relativt ostrukturerad typ av data.

Exempelvis genom att utföra intervjuer som går ut på att låta informanter prata om något visst ämne eller insamling och analys av dokument för att bilda en djupare uppfattning om sociala fenomen. (Hammersley, 2012)

3.1 Val av metod

För att lyckas med en forskning är det viktigt att välja rätt forskningsmetod på basis av forskningsfrågan, för att få tillförlit och giltigt resultat. I denna studie tillämpas en kvalitativ forskningsmetod, i form av dokument som källa för att kunna finna ett svar på forskningsfrågan. Dokument som källa kan användas i kvalitativ forskning genom att utnyttja redan befintligt material som finns tillgängligt (Bryman & Bell, 2017). Metoden baserar sig på att analysera och skriva om material som någon annan har redan skrivit om för att nå studiens syfte och besvara forskningsfrågan. Det finns många olika typer av dokument som exempelvis material som samlats in av andra forskare, dokument från organisationer eller forskningsinstitut, personliga dokument, officiella dokument, virtuella dokument samt massmediedokument (Bryman & Bell, 2017). Material som redan producerats kallas även för sekundärdata. Metoden dokument som källa lämpar sig bra för denna studie eftersom tillgången till primärdata är begränsat, men tillgången till sekundärdata är mycket bra. Detta möjliggör att uppnå djupare kunskap om ämnet.

PESTEL analysen kan användas som ett ramverk för att bedöma politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekter i olika sammanhang. Till politiska aspekterna hör saker som orsakas främst av regeringar och länders politik samt åtgärder, som bland annat geopolitiska spänningar, taxor eller handelsrestriktioner. Till ekonomiska aspekterna hör saker som är kopplat till finansiell karaktär, som prishöjningar, volatilitet, inflation och räntor. Till sociala aspekterna är relaterat till hur intressenter förhåller sig till olika saker. Saker som konsumenternas åsikter och attityder och lokalinvánarnas övertygelse och åldersstruktur. Teknologiska aspekter innebär hur utvecklingen av teknologi påverkar saker. saker som automation och ny processteknik hör till teknologiska aspekter. Miljömässiga aspekter är relaterat till förändringar i fysiska miljön och naturen. Till miljömässiga aspekter hör saker som koldioxidutsläpp, växthusgaser, vatten och markanvändning, samt användning av naturresurser. Lagliga aspekter är relaterat till förändringar i regelverken. Lagliga aspekter är saker som

branschreglering, regulatoriska krav, miljö och arbetsbestämmelser samt immateriella rättigheter. (Peterdy, 2023)

3.2 Val av litteratur

Materialet i denna studie kommer att basera sig på vetenskapliga artiklar, offentligt institutionellt material, pålitliga webbsidor och rapporter som tangerar nickels tillgänglighet och försörjningskedja i samband med övergången till elbilar. I denna studie används som databas Google Scholar för att hitta artiklar som svarar på syftet, och materialet kommer även insamlas med hjälp av Googles sökmotor. Google Scholar ger tillgång till de mest relevanta vetenskapliga artiklarna på basen av sökorden som ges. Vid sökandet av materialet beaktas tidsperiod och språk. Materialet söks på främst engelska, men även på finska och svenska. Vid valet av materialet prioriterades material som är publicerat mellan 2017 och 2023 och som består av vetenskapliga artiklar och offentligt institutionellt material.

I den första sökningen av litteratur söktes relevanta artiklar, dokument och rapporter för undersökningen genom att använda sökord som var relevanta för studien. I sökningen användes bland annat följande sökord i olika kombinationer, "Nickel", "availability", "Electric vehicle", "Supply", "Environmental", "Political", "Social", "Legal", "Supply chain" och "forecasting". I bilaga 1 presenteras en tabell över alla artiklar, rapporter och dokument som valdes för en djupare granskning. Valda materialet har bedömts enligt fyra kriterier.

Kvaliteten av dokument kan bedömas enligt fyra kriterier, dokumentets autencitet, trovärdighet, representativitet och mening. Med autencitet menas att materialet är äkta och inte förfalskat, och att materialet är av tydligt ursprung. Med trovärdighet menas att materialet är pålitligt och utan förvrängningar och felaktigheter. Med representativitet menas att materialet är typiskt i förhållande till den kategori som det hör till. Med meningsfullhet menas att materialet är tydligt och kan begripas så att man kan använda materialet. (Bryman & Bell, 2017)

Valda materialet för denna studie uppfyller de fyra kriterierna eftersom källorna är pålitliga och har granskats noggrant. Många av källorna är från kända stora internationella

organisationer. Dokumenten tar hänsyn till olika perspektiv och är inte ensidiga eller förvrängda. Källorna är baserade på verifierad forskning eller annan sakkunnig expertis. Materialet ger värdefull information och insikter om ämnet som stöder svarandet av forskningsfrågan på ett meningsfullt sätt.

I bilaga 1 finns en tabell med lista över hämtade data som har sex kolumner, första kolumnen för nummer på artikeln. Andra kolumnen för vilken databas eller sökmotor som har använts. Tredje kolumnen för titeln på artikeln, fjärde kolumnen för årtal, femte kolumnen för skribentens namn och i sjätte kolumnen bedöms dokumentet enligt de fyra kriterierna.

3.3 Analys av det insamlade data

Det finns flera olika metoder och tekniker som kan tillämpas gällande innehållsanalys inom kvalitativ forskning. I denna studie används kvalitativ innehållsanalys, eftersom studien har ett kvalitativt angreppssätt. Kvalitativ innehållsanalys är den vanligaste sättet som används när det kommer till kvalitativ analys av dokument. Kvalitativ innehållsanalys innebär att forskaren analyserar materialet för att identifiera teman och mönster. (Bryman & Bell, 2017)

På basen av de kriterierna som lades för insamlingen av data, dök det upp rikligt med artiklar. Eftersom den insamlade data inte hade blivit insamlad enligt samma syfte som i denna studie, så var det viktigt att analysera data på ett lämpligt sätt för denna studie. Artiklarna beskärdes ner till de artiklar som var relevanta för studien och databearbetningen utgick ifrån studiens syfte samt enligt PESTEL modellen, genom att ta i hänsyn de politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekterna som presenterades i det insamlade materialet, i linje med PESTEL modellen. Materialet granskades noggrant och anteckningar gjordes av alla utmaningar som framkom i materialet och som var relevanta i förhållande till forskningsfrågan. Ett Microsoft Word dokument sammanställdes och de relevanta sakerna från materialet skrevs upp i enlighet med PESTEL modellen och forskningsfrågan.

Strukturen i den slutliga tabellen (se bilaga 2) som kommer att presenteras i kapitel fyra, kommer att ha sju kolumner, en för källnumret, så att källnumret i tabellen i bilaga 1 motsvarar samma i slutliga tabellen i bilaga 2. Och sedan en kolumn per PESTEL aspekt.

3.4 Validitet och reliabilitet

Reliabilitet innebär i vilken utsträckning resultaten av en studie kan replikeras eller upprepas konsekvent. Ett mått kan sägas vara reliabelt om det ger samma resultat om och om igen. Det finns flera olika sätt att bedöma ett måtts reliabilitet. Validitet innebär att de som undersökes i en undersökning faktiskt undersöks. Mått variablerna som används måste mäta det som är meningen att de ska mäta. Det finns olika sätt att bedöma giltigheten av ett mått. (Ruane, 2015)

Detta lärdomsprov uppfyller kravet på validitet eftersom det mäter det som den skall mätas, och det finns en tydlig koppling mellan syftet och slutsatserna i detta arbete. Källorna i detta lärdomsprov är relevanta, tillförlitliga och består av en bred och varierad litteratur som säkerställer att studien täcker de relevanta aspekter kring ämnet. Problemformuleringen är tydlig och forskningsfrågan är också tydlig, vilket hjälper till med att fokuset hålls på det som ska undersökas.

Reliabiliteten i detta examensarbete säkerställs genom tydlig metodik och konsekvent tolkning av resultaten. Datainsamlingen och analysen är konsekvent och slutsatserna är baserade på flera källor kring ämnet. Genom tydlig och klar resultattolkning höjs också reliabiliteten.

3.5 Etiska frågor

Det är viktigt att forskningsetiken uppmärksammas under hela studiens gång. Forskningsetik handlar bland annat om att hänvisa på rätt sätt material som används och att respektera individens rättigheter och välbefinnande, hanteringen av dokument på rätt sätt, ärlighet och öppenhet av dokumenten som används. Att säkerställa rättvisa och likabehandling av forskningsdeltagare, samt att göra vetenskapligt välgrundade och ansvarsfulla val. Det finns etiska regler som skall säkerställa detta, så som informationskravet, samtyckeskravet samt nyttjandekravet. (Bryman & Bell, 2017)

I denna studie har de forskningsetiska reglerna och principerna beaktats genom vetenskaplig ansvarsfullhet, ärlighet och öppenhet. Källorna som används är citerade på rätt sätt och upphovsrätten av materialet har respekterats. Syftet är tydligt i studien samt tillvägagångssättet och analysen av data. Informationen som uttrycks i studien uttrycks sanningsenligt utan att förvränga informationen.

4 RESULTAT

I resultat delen av detta arbete, kommer resultatet gällande utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel att disponeras enligt PESTEL modellen. Eftersom det insamlade materialet är stort, så tas det endast upp den viktigaste informationen med tanke på forskningsfrågan.

4.1 Utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser av nickel

Resultaten relaterade till utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser presenteras i bilaga 2 i en tabell. Så att dokumentets nummer från bilaga 1 motsvarar samma i bilaga 2 och genom att ha egna kolumner för politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga utmaningar. Artikelns nummer från tabellen har även tillagts i brödtextens källhänvisning.

4.1.1 Politiska utmaningar

Eftersom över hälften av globala utbudet av nickel kommer från de tre största producentländerna och koncentrationen av globala utbudet förväntas öka ännu mera under kommande åren. Orsakar geografiska koncentration av nickelproduktionen och raffineringen tillsammans med de komplexa försörjningskedjorna, att risken ökar för att handelsrestriktioner, politisk instabilitet och att geopolitiska spänningar skapar störningar i utbudet och tillgången av nickel. Kinas andel av globala raffineringen av nickel är cirka 35 procent. Indonesien och Filipinerna har drivit största ökningen av produktionen av nickel de senaste åren, och står för 45 procent av globala produktionen. Det förväntas att fram till 2025 kommer Indonesien och Filipinerna att stå för 70 procent av den globala produktionen varav Indonesien har den största produktionen med nästan hälften av världens produktion. Kina har också gjort stora investeringar i Indonesiens och

Filipinernas nickels försörjningskedja, vilket innebär att Kina har också ett stort indirekt inflytande i den globala försörjningskedjan av nickel. (IEA, 2021, #4)

Försörjningsrisken av nickel kommer att öka på grund av beroendet av länder som Indonesien och Filipinerna som har högpolitisk risk (Nguyen et al, 2021, #1). Geografiska läget av nickel påverkar den totala tillgången av nickel, regulatoriska förändringarna som har gjorts i Indonesien relaterat till deras nicklexport har skapat mycket osäkerhet kring leveranskedjorna av nickel för elbilstillverkare (Azevedo et al, 2020, #14). Filipinerna genomförde 2017 förbud mot gruvdrift genom dagbrott, dessa beslut har medfört mycket osäkerhet kring nickels globala försörjningskedja och tillgängligheten av nickel (Dong et al, 2021, #5).

Efter att Ryssland anfallit Ukraina i början av 2022 har osäkerheten kring tillgängligheten av nickel och speciellt klass 1 nickel blivit betydligt högre, Ryssland står för kring 21 procent av globala utbudet av klass 1 nickel och har därmed en betydande roll i utbudet av klass 1 nickel (Fitch Solutions, 2023, #18). Ännu har inga handels sanktioner lagts på rysk nickel men osäkerheten är stor efter att priset på nickel stigit och efter att London Metal Exchange övervägt att blockera ryska leveranser, som skapat ännu mera osäkerhet kring tillgängligheten av rysk nickel i framtiden (Pickrell, 2022, #6). Riskerna gällande tillgången av nickel från Ryssland ökar dock desto längre konflikten i Ukraina varar i takt med att konsumenterna gör nya kontrakt, vilket påskyndar lager tömningen av klass 1 nickel runt om i världen (Snowdon et al., 2022, #9). Sanktioner som lagts på Rysslands olja och naturgasflöden har orsakat högre energikostnader och på det sättet indirekt påverkat på produktionen och raffineringen av metaller och på det sättet minskat på utbudet (Turner, 2022, #11).

Resursnationalism politik påverkar också utbudet av nickel. När mineralrika länder försöker skapa starkare kontroll över sina resurser för att få en större del av fördelarna. Efter år 2010 har mängden utbudsstörningar för nickel ökat mycket till stor del på grund av resursnationalism i gruvländerna och på grund av den ökade efterfrågan på nickel. (Hatayama & Tahara, 2018, #20)

Resursnationalism har inneburit saker som stora förhöjningar i skatter och royaltyn, restriktioner på utländskt ägande, blockering av utländska investeringar i gruvprojekt, och

exportrestriktioner för obearbetade mineraler. I Indonesien har många resursnationalism åtgärder tagits. År 2009 implementerades en gruvlag som innebar att en större del av mineralerna skulle bearbetas i Indonesien. År 2012 togs det ännu kraftigare åtgärder, genom en 10 årig plan för att göra indonesiskt ägande störst och det infördes 20 procents exporttull på export av obearbetade mineraler som nickel. Och år 2014 kom det i kraft totalförbud mot export av obearbetade mineraler. Dessa åtgärder skapade mycket osäkerhet och fick stora utländska investerare att dra sig undan. Resursnationalism kommer att skapa stora svårigheter för gruvindustrin under de kommande åren, eftersom i dag är den rådande globala tendensen och går mot nationalism. (Humphreys, 2019, #22)

4.1.2 Ekonomiska utmaningar

Nya enorma nickelsulfidmalm fyndigheter har inte hittats, vilket innebär att produktionen måste komma från lägre kvalitets nickeloxider som är svårare att bearbeta (Humphreys, 2019, #22). Denna brist på högklassiga och lättillgängliga fyndigheter innebär att nya gruvor kommer att vara mer komplicerade, större och djupare vilket skapar ekonomiska och teknologiska utmaningar för att komma åt mineralerna, vilket kan begränsa globala utbudet (Lebre et al., 2019, #19). Eftersom mängden tillgänglig klass 1 nickel minskar fort, innebär det att utvinnings samt produktionskostnaderna för att producera klass 1 nickel ökar, vilket leder till ökat marknadspris som orsakar betydande risk för globala nickel utbudet och handeln (Olafsdottir & Sverdrup, 2021, #2). Beroende på efterfrågan och marknadspriset av metallen, stimulerar de antingen till utveckling av nya gruvor eller nedläggning av gruvor (Lebre et al., 2019, #19). Nickel anses vara en av de mest volatila metallerna när det kommer till prisfluktuationer, priserna på metaller som nickel kan vara mycket volatila eftersom gruvdrift är en mycket kapitalintensiv sektor med långa ledtider, som innebär att prisökningar och flaskhalsar är oundvikliga i situationer när efterfrågan överstiger utbudet, vilket skapar osäkerhet kring de stora investeringarna som krävs för produktion (Azevedo et al., 2022, #12). Eftersom lagernivåerna är kritiskt låga gällande klass 1 nickel globalt, förväntas volatilitet kring nickel priset, och att priset stiger kraftigt under 2023 och hålls vid hög nivå de kommande närmaste åren (Snowdon et al., 2022, #9).

Priset på nickel är avgörande för att stimulera nytt utbud av nickel på längre sikt. Klass 1 nickel har under de senaste tio åren varit oattraktivt i förhållande till klass 2 nickel som

har behövts mycket för rostfritt stål. Detta har lett till att nickel priset varit en längre tid redan relativt lågt. Detta har lett till att produktionen och efterfrågan av klass 1 nickel har varit lågt och gruvföretag har blivit tvungna att trampa ner på produktionen av klass 1 nickel eller stänga gruvor helt och hållet. (Campagnol et al, 2017, #3)

De väldigt stora investeringarna och kostnaderna relaterat till nickelproduktionen, är ett stort problem när det kommer till att öka utbudet av nickel. Det är estimerat att en ny nickelgruva kostar i snitt runt två miljarder dollar beroende på läge och storlek. Det finns väldigt lite ny nickelproduktion som kommer att komma i gång före 2030 och det är mycket på grund av kostnaderna och finansieringen relaterat till den här typen av projekt. (Milewski, 2022, #13)

Utbudet och efterfrågan av metaller påverkas av inflation och ränteökningar och sänkningar vilket även påverkar priset av metallerna. Sen mars 2022 har central bankerna höjt räntorna i en snabb och aggressiv takt i hopp om att sakta ner inflationen. Stigande räntor samt hög inflation innebär att kostnaderna för att finansiera nya gruvprojekt stiger. Detta gör det betydligt svårare för nya gruvprojekt eftersom de ökade kapitalkostnaderna kan skada ordentligt lönsamheten och försena framtida projektutveckling eller resultera i att projekt inte alls blir godkända. Detta skapar stor osäkerhet kring utbudet av metaller. (Turner, 2022, #11)

Priset på metaller som nickel har en stor inverkan på leverantörens lönsamhet. En kraftig nedgång av metallpriset innebär vanligtvis att gruvbolagen blir tvungna att upphöra med sin verksamhet i en månad eller längre. Median längden av störningar orsakade av kraftig prisnedgång är runt 9 månader. (Hatayama & Tahara, 2018, #20)

Det sägs också att nickel marknaden inte har prissatt ännu det bristande utbudet av nickel som har att göra med att det finns en bristande gruvkapacitet samt bristande miljömässiga meriter på de potentiella gruvorna i världen. Eftersom det förväntas att efterfrågan av nickel kommer att fördubblas tills år 2030 på grund av elbils batterierna och övriga energiomställningen. (Milewski, 2022, #13)

4.1.3 Sociala utmaningar

I takt med att gruvdriften har ökat har också konflikterna mellan företag och samhällen nära gruvorna ökat mycket. Sociala konflikter och motstånd från samhällen och lokalbefolkningen kan orsaka att gruvprojekt inte kommer i gång eller att processen för att få i gång dem blir väldigt långa och kostsamma. Gruvföretagen möter allt större socialt tryck från både nationella och internationella samhällen. (Oh et al., 2023, #15)

En stor social utmaning med att starta nya nickelgruvor är att en stor del av nickelreserverna och resurserna överlappar med ursprungsbefolkningens landområden. Eftersom gruvdrift ofta har en direkt eller indirekt miljöpåverkan och ofta påverkar mer eller mindre ursprungssamhällets försörjnings aktiviteter. Vilket ofta leder till stort motstånd från samhällen och långa oberäknliga förseningar i gruvprojekten. (Horowitz et al., 2018, #10)

Mineraltillgångsrika regioner bemöter ofta i dagens läge större motstånd mot gruvdrift, på grund av tidigare misskötsel av sociala och miljömässiga risker. Detta har ökat trycket på att sociala och miljömässiga krav måste tas hårt i beaktande vilket kan begränsa utbudet av mineralerna. (Lebre et al., 2020, #16)

Sociala och miljömässiga risker och osäkerhet kring dem kan leda till utbuds störningar och produktionsstörningar. Genom att offentliga stödet försvagas för gruvprojekten, granskning från investerare och nedströmsindustrier ökar och bekymmer i övriga samhällets uppfattning och åsikter. (IEA, 2022b, #21)

4.1.4 Teknologiska utmaningar

Rollen av teknologins utveckling gällande efterfrågan och utbudet av kritiska metaller för den gröna omställningen är svår att förutse. Teknologiska förändringar kan ha stor påverkan på utbudet och efterfrågan till exempel genom att metaller i olika teknologier kan ersättas på olika sätt. (Owen et al., 2023, #8)

Nickels roll i elbilsbatterier kommer troligtvis att vara mycket volatil eftersom det finns andra konkurrerande typer av batterier för nickel baserade litiumbatterier. Långsiktigt kan nickels roll i elbils batterier vara helt annan än vad som nu förväntas. De närmaste

kommande åren kan man ännu förutse nickels roll i elbils batterier men efter det kan teknologiska förändringar gällande elbils batterierna orsaka stora förändringar i efterfrågan och utbudet av nickel. Det finns redan andra typer av elbils batterier som litiumjärnfosfat batterier med lägre kostnad, inga hållbarhets risker gällande kobolt samt en energitäthet som blir bättre med tiden. Denna batterityp använder sig inte av nickel överhuvudtaget och Kina har redan tagit en stor roll i utvecklandet av dem och nu har också västerländska biltillverkare som Tesla visat intresse för batteriteknologi utan nickel. Så vid denna tidpunkt är det väldigt svårt att förutse långsiktigt utbudet och efterfrågan av nickel. (Snowdon et al., 2022, #9)

Teknologin kring återvinning av nickel kan också ha en betydande effekt på utbudet av nickel. Mycket beror på hur teknologin utvecklas kring återvinningen av nickel från elbilsbatterier. Och hur investeringar samt statliga åtgärder kring återvinningen av nickel från elbilsbatterier utvecklas. Det förväntas att högtryckssyralaknings processen kommer att öka mycket i nära framtiden, eftersom många projekt kring processen håller på att utvecklas. (Fraser et al., 2021, #7)

En stor osäkerhet kring nickels framtida utbud har att göra med hur bra högtryckssyralaknings projekten i Indonesien utvecklas i samband med teknologin kring processen (IEA, 2021, #4). Teknologisk utveckling kring utnyttjande av lägre kvalitets fyndigheter förväntas kunna påverka utbudet av nickel men det finns mycket osäkerhet ännu kring högtryckssyralakning processen och teknologin för tillfället. Eftersom konverteringskapaciteten inte ser ut att vara tillräckligt stor att möta efterfrågan och högtryckssyralaknings processen innebär stora koldioxidutsläpp vilket begränsar dess roll som försörjningslösning för allt mera miljömedvetna konsumenter (Snowdon et al., 2022, #9).

Teknologiska framsteg inom djuphavsbotten borrning kan även öka utbudet av nickel i framtiden betydligt. Gällande eventuella reserverna på djuphavsbotten, förekommer inte havsbottenbrytning i dagens läge ännu, och metoderna för att utföra havsbottenbrytning är oklara och det finns stora teknologiska utmaningar. Men många länder håller aktivt på med att undersöka resurserna som finns på havsbotten som en åtgärd mot minskande höggradiga fyndigheter på land. (IEA, 2021, #4)

4.1.5 Miljömässiga utmaningar

Nickel producenterna måste kunna visa åt både elbilstillverkarna och slutliga konsumenterna att nickelmalmen har utvunnits på ett miljömässigt hållbart sätt. Elbilstillverkarna är tvungna att ha krav på kvaliteten av nickel men också hårda krav på nickels miljöpåverkan, geografiska aspekter samt sociala frågor som minskar på utbudet av nickel som kan användas i elbilarna. Teslas verkställande direktör Elon Musk lovade ett gigantiskt kontrakt för en lång tid framöver för någon som skulle kunna producera nickel på ett miljömässigt hållbart och effektivt sätt. (Azevedo et al., 2020, #14)

Mängden investerare och konsumenter som kräver att gruvföretagen och bearbetningsföretagen är öppna om sina hållbarhets mål och handlingar ökar hela tiden, vilket kan påverka kostnads och utbudsutsikter (IEA 2021, #4). Dessa krav påverkar både befintliga och kommande nickelgruvor, exempelvis Indonesiens miljöåtgärder har utnämnts som otillräckliga (Milewski, 2022, #13).

År 2017 beordrade Filippinska regeringen nedstängning av 23 gruvor som bestod främst av nickelgruvor. I en regeringskampanj för att bekämpa miljöförstöring. Nickelgruvorna som beordrades för nedstängning stod för ungefär hälften av landets årliga produktion, samt för ungefär 10 procent av det globala utbudet. (Cruz & Serapio Jr, 2017, #17)

Naturkatastrofer i samband med klimatförändringen har blivit en av de vanligaste orsakerna till utbudsstörningar, exempelvis kraftiga regn och jordskred kan orsaka direkt och indirekt skada genom att skada verksamhetsplatser, anläggningar och leveranskedjor (Hatayama & Tahara, 2018, #20). Flera stora producentländer står framför andra klimatrisker, som extrem värme och översvämningar som kan orsaka utmaningar för att säkerställa tillförlitligt och hållbart utbud (IEA 2021, #4).

4.1.6 Lagliga utmaningar

Länders regelverk gällande gruvverksamheten påverkar mycket hur effektivt gruvor kan komma i gång, samt hur bra de uppfyller miljömässiga och sociala standarder. Gruvor måste gå igenom olika tillstånds och godkännandeprocesser innan själva utvinnings verksamheten kan börja. Undersökningar har visat att det i genomsnitt tar 13–23 år från att fyndigheten har upptäckts till att gruvan kan börja byggas. Eftersom gruvor börjar först

generera pengar när malmen börjar utvinnas, innebär detta att oväntade förseningar i tillstånds och godkännandeprocesserna kan äventyra hela projekt. (Lebre et al., 2019, #19)

Länders förvaltning kan ha stor inverkan på olika saker gällande gruvprojekt som kan leda till produktionsstörningar. Förordningar, policyn och lagar relaterade till gruvdrift påverkar detta. Svag förvaltning kan leda till att regler och standarder är försummade i projekten. Det kan leda till ojämlikheter, spänningar och misstro bland med exempelvis lokalbefolkningen, som kan således leda till produktionsstörningar. (Lebre et al., 2020, #16)

Nickels utbud och efterfrågan påverkas väldigt stort av statlig lagstiftning, största delen av den förväntade efterfrågan på nickel beror på statlig lagstiftning som att förbjuda diesel och bensindrivna fordon runt om i världen för att nå utsläppsmålen (Milewski, 2022, #13). Nickel förväntas att dra mest nytta av politiskt motiverad efterfrågan, men policyförändringar gällande exempelvis batterityper i elbilar skulle kunna orsaka stora förändringar i efterfrågan (Snowdon et al., 2022, #9). Politiska beslut kan leda till att återvinningens roll kan vara mera betydande i att öka utbudet (IEA, 2021, #4).

5 DISKUSSION

I denna del diskuteras studiens resultat och den tillämpade metoden.

5.1 Resultatdiskussion

Resultaten som kom fram i studien tyder på att övergången till elbilar och det ökade behovet av nickel för med sig många politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagmässiga utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser av nickel. Eftersom alla dessa utmaningar skapar förändringar i utbudet och efterfrågan av nickel och skapar således utmaningar för att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel.

Den höga geografiska koncentrationen av nickelproduktionen visade att en stor del av världens nickelproduktion sker i länder som Indonesien, Filipinerna och Ryssland (Natural Resources Canada, 2023). Det kom tydligt fram att detta orsakar många politiska utmaningar för prognostisering av tillgången på nickel. Eftersom den höga

koncentrationsnivån skapar mycket osäkerhet kring politisk instabilitet, som kan framkomma i form av civila oroligheter, geopolitiska spänningar, handelspolitik, resursnationalism och restriktioner som skapar osäkerhet kring utbudet av nickel (IEA, 2021, #4). Eftersom stor del av nickelproduktionen förväntas komma från länder som Indonesien och Filipinerna som har högpolitisk risk, ökar försörjningsrisken av nickel (Nquyen et al, 2021, #1). Vilket kan skapa många politiska, ekonomiska, sociala, miljömässiga samt lagmässiga utmaningar som orsakar förändringar i utbudet och efterfrågan av nickel och som kan leda till störningar i utbudet av nickel. Eftersom prognostisering av nickel handlar om att få insikter gällande förväntade utbudsnivåer och förväntade efterfrågenivåer (Rachidi et al., 2021). Så är den höga koncentrationsnivån en stor utmaning för skapandet av tillförlitliga prognoser av nickel.

Gällande Indonesien, förväntas det att högtryckssyralakningsprocessen kommer att öka mycket i nära framtiden, i samband med att många projekt är i utvecklingsskede (Fraser et al., 2021). Men teknologin kring högtryckssyralaknings processen, som möjliggör utnyttjandet av lägre kvalitets fyndigheter och som planeras att användas i projekten i Indonesien, har mycket osäkerhet kring sig och det är svårt att estimeras hurdan inverkan detta kommer att slutligen ha på tillgången av nickel (Snowdon et al., 2022, #9). Eftersom prognostisering handlar om att förutspå vad som kommer att hända i framtiden (Schmidt, 2023). Så skapar detta en stor utmaning i att framställa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel i samband med att effekten som denna högtryckssyralakningsprocess kan ha på utbudet av nickel i framtiden är svår att bedöma.

Gällande ekonomiska aspekten är priset på nickel och påverkar starkt på utbudet och efterfrågan av nickel. Eftersom priset på nickel kan vara mycket volatilt på grund av saker som globala ekonomiska förhållanden och dynamiken mellan utbud och efterfrågan, så orsakar detta mycket osäkerhet kring utbudet av nickel (Campagnol et al, 2017, #3). Mängden höggradiga nickel tillgångar har minskat mycket, och i dagens läge kräver elbilarnas batterier för det mesta höggradig nickel i form av nickelsulfid (Azevedo et al., 2020). Nickelsulfid finns oftast djupt under jorden, vilket gör utvinningen svårt och dyrt (Mudd, 2009). Detta orsakar ekonomiska och teknologiska, utmaningar i samband med att utvinningsprojekten av nickel blir mera komplicerade när gruvorna måste bli större och djupare och det blir svårare att komma åt mineralerna (Lebre et al., 2019, #19). Osäkerheten kring utnyttjandet av lägre kvalitets fyndigheter kan ha stor inverkan på

efterfrågan och utbudet av nickel genom att utvinnings och produktionskostnaderna ökar som leder till ökat marknadspris (Olafsdottir & Sverdrup, 2021, #2). Koldioxidutsläppen ökar och osäkerheten ökar bland investerare som förutom ekonomiska aspekten även beaktar i allt högre grad sociala och miljömässiga risker. Eftersom detta ökar osäkerheten kring utbudet och efterfrågan av nickel. Och för att tillgången till nickel skall kunna estimeras måste utbudet vara pålitligt och stabilt (Ballinger et al, 2019). Därför är dessa ekonomiska aspekter en stor utmaning för skapandet av tillförlitliga prognoser av nickel.

Största delen av den förväntade efterfrågan på nickel de kommande åren förväntas orsakas av behovet av nickel i litiumbatterierna för elbilar (Fraser et al., 2021). Teknologisk utveckling kan påverka mycket ekonomiska aspekten genom att nya teknologier minskar på produktionskostnader eller minskar på behovet av nickel (Owen et al., 2023, #8). Nickelinnehållet i elbils batterierna har ökat betydligt och att den trenden förväntas fortsätta framöver (IEA, 2022a). Teknologiska förändringar i batteriteknologin kan göra att mängden nickel i elbils batterierna minskar rejält och på det viset minska mycket på efterfrågan av nickel som direkt påverkar på utbudet av nickel. Eftersom dessa teknologiska förändringars inverkan på utbudet och efterfrågan av nickel är svår att förutse (Owen et al., 2023, #8). Skapar detta en stor utmaning för skapandet av tillförlitliga prognoser av nickel.

Återvinningen av litiumbatterier förväntas ha en betydande roll gällande utbudet av nickel från och med år 2040 (Fraser et al., 2021). Det beskrivs också hur det har gjorts bedömningar om betydande fyndigheter av nickel på djupshavsbottnen som skulle kunna öka utbudet av nickel kraftigt (Olafsdottir & Sverdrup, 2021). Mycket beror på den teknologiska utvecklingen inom återvinning av batterierna, ekonomiska aspekter i form av investeringar och lönsamhet och lagmässiga åtgärder och initiativ som tas av statliga beslutsfattare. Gällande djupshavsbottnen borning är teknologiska utmaningarna stora och det är mycket osäkert när och till vilken grad nickelfyndigheterna på havsbottnen kan utnyttjas (IEA, 2021, #4). Dessa utmaningar relaterade till teknologisk utveckling som kan ha stor inverkan på utbudet och efterfrågan av nickel gör det utmanande att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel längre fram i tiden.

Gällande sociala aspekten är konflikter med ursprungsbefolkning och samhällen nära mineraltillgångarna en stor utmaning gällande tillförlitlig produktion och utbud av nickel

(Oh et al., 2023, #15). Långa förseningar i gruvprojekten och osäkerhet kring startandet av nickelgruvor på grund av sociala konflikter skapar osäkerhet gällande framtidens utbud av nickel och således svårigheter i att skapa tillförlitliga prognoser av nickel. Lagliga aspekter skapar även mycket osäkerhet gällande tillförlitlig tillgång av nickel. I form av att länder implementerar hårda miljömässiga och sociala standarder, och alla tillstånds och godkännandeprocesser som måste hanteras för att komma i gång med nickelgruvor. Konsumenterna och elbilstillverkarna kräver i allt högre grad att nickeln som används är socialt och miljömässigt hållbart utvunnet vilket begränsar utbudet av tillgänglig nickel. Eftersom produktion av nickel sker till stor del i länder med politiska, miljömässiga och sociala utmaningar är osäkerheten kring tillgängligheten av nickel stor som gör det svårt att skapa tillförlitliga prognoser. Det kan konstateras att alla dessa olika aspekter kan orsaka stora förändringar i utbudet och efterfrågan av nickel och skapar därmed många utmaningar i att skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel.

5.2 Metoddiskussion

Metoden dokument som källa som användes i denna studie var bra eftersom den möjliggjorde åtkomsten till mycket material i form av sekundärkällor. Genom att gå igenom många olika artiklar, websidor och andra dokument som söktes med relevanta sökord, gick det att skapa en väldigt klar och tydlig bild om vilka utmaningar som är de mest betydande och samtidigt skapa en djup kunskap kring ämnet. Genom att samla in många dokument och göra anteckningar om utmaningar som lyftes fram kunde de viktigaste utmaningarna identifieras. Svårigheter som uppstod var stundvis att hitta relevanta källor gällande specifika saker om nickel. Eftersom målet var att hitta den mest relevanta och aktuella informationen om utmaningarna, och många av utmaningarna var relativt nya eller specialiserade, vilket gjorde att det fanns en brist på tillgänglig och tillförlitlig information, eftersom forskningsämnet är kopplat till aktuella händelser. Vissa källor var endast tillgängliga för ett begränsat antal personer, forskare eller studeranden eller så var de inte gratis. Om studien skulle utföras på nytt skulle jag använda mig av samma metod eftersom metoden var ett effektivt sätt att få tillgång till tillförlitlig information. Materialet var enkelt att samla in eftersom största delen av informationen fanns tillgängligt digitalt vilket underlättade insamlandet. Genom att använda samma metod på nytt skulle resultaten kunna jämföras och kunskapen inom området förstärkas.

Annan lämplig metod skulle kunna vara att kombinera primärdata insamling med sekundärdata för att utöka omfattningen av studien.

6 SLUTSATSER

Syftet med denna studie var att hitta de mest betydande utmaningarna för att kunna skapa tillförlitliga prognoser på tillgången av nickel genom att använda PESTEL modellen och beakta de politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och lagliga aspekterna. I studiens teoretiska referensram lyftes fram nickels roll i samband med övergången till elbilar samt teorin om prognostisering och vikten av prognostisering i samband med att efterfrågan på nickel förväntas stiga kraftigt på grund av övergången till elbilar. Dokument som källa användes som metod genom att plocka ut 22 dokument för djup granskning. På basen av materialet kan det konstateras att politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, miljömässiga och juridiska aspekter skapar utmaningar. De mest betydande politiska utmaningarna är saker som den höga koncentrationsnivån som ökar risken för handelsrestriktioner, politisk instabilitet, geopolitiska spänningar och resursnationalism. De mest betydande ekonomiska utmaningarna är prisvolatilitet, inflation, ränteändringar, ökade produktionskostnader och kapitalintensiteten som krävs för produktion. De mest betydande sociala utmaningarna är konflikter med ursprungsbefolkningen, lokala samhällen och organisationer som motsätter sig gruvverksamhet. Teknologiska utmaningar visade sig vara osäkerheten kring teknologiska förändringar, som nickels roll i elbilsbatterier samt produktions och utvinningsteknologins utveckling. De mest betydande miljömässiga utmaningarna visade sig vara naturkatastrofer, miljöförstöring och hårda miljökrav. Lagliga utmaningar är policyförändringar, statlig lagstiftning, länders förvaltning och regelverk. Skapandet av tillförlitliga prognoser av utbudet av nickel kräver att alla dessa aspekter beaktas.

6.1 Studiens begränsningar

Forskningsmetoden som användes i studien var effektiv för att samla in relevant data för studien, men det fanns vissa begränsningar avseende studiens omfattning och djup som motiverar till ytterligare forskning för att förbättra resultaten. Eftersom i forskningen användes endast sekundärdata kunde användningen av även primära data stärka studiens resultat och minska på risken av antaganden och begränsningar i data. Studiens resultat och slutsatser kan bidra till att skapa en grund för vidare diskussion och forskning kring

ämnet. Genom att fortsätta bygga på dessa resultat kan studien bidra till att främja kunskapen inom området.

6.2 Förslag till vidare studier

Denna studie sammanfattade många saker som kan skapa utmaningar och störningar gällande utbudet och efterfrågan av nickel och således göra det svårt för att skapa tillförlitliga prognoser av nickel. Vidare studier kan forska vidare på lösningar till dessa utmaningar eller forska djupare på enskilda utmaningar och händelser, som teknologiska framsteg eller geopolitiska händelser. Vidare forskning skulle också kunna fokusera på sambanden mellan olika faktorer, såsom politiska, ekonomiska, teknologiska, sociala och miljömässiga aspekter.

Källor

Azevedo, M., Baczynska, M., Bingoto, P., Callaway, G., Hoffman, K., & Ramsbottom, O. (10 januari 2022). The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-raw-materials-challenge-how-the-metals-and-mining-sector-will-be-at-the-core-of-enabling-the-energy-transition>

Azevedo, M., Goffaux, N., & Hoffman, K. (11 september 2020). How clean can the nickel industry become?. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/how-clean-can-the-nickel-industry-become#/>

Ballinger, B., Stringer, M., Schmeda-Lopez, D. R., Kefford, B., Parkinson, B., Greig, C., & Smart, S. (2019). The vulnerability of electric vehicle deployment to critical mineral supply. Applied Energy, 255, 113844. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113844>

British Stainless Steel Association. (2023). Nickel resources and reserves explained. <https://bssa.org.uk/nickel-resources-and-reserves-explained/>

Bryman, A., & Bell, E. (2017). Företagsekonomiska forskningsmetoder (3 uppl.). Liber.

Campagnol, N., Hoffman, K., Lala, A., & Ramsbottom, O. (2017). The future of nickel: A class act. https://www.mckinsey.com/~/_media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/the%20future%20of%20nickel%20a%20class%20act/the%20future%20of%20nickel%20a%20class%20act.pdf

Christopher, M. (2011). Logistics & supply chain management. (4 uppl.). Prentice Hall.

Cruz, D. E., & Serapio Jr, M. (2 februari 2017). Philippines to shut half of mines, mostly nickel, in environmental clampdown. Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-philippines-mining-idUSKBN15H0BQ>

Darbar, D., Malkowski, T., Self, E. C., Bhattacharya, I., Reddy, M. V. V., & Nanda, J. (2022). An overview of cobalt-free, nickel-containing cathodes for Li-ion batteries. In *Materials Today Energy* (Vol. 30). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mtener.2022.101173>

David, R.R. (17 januari 2022). Strategic Materials and Energy Transition: Nickel. *Energy Industry Review*. <https://energyindustryreview.com/metals-mining/strategic-materials-and-energy-transition-nickel/>

Dong, X., An, F., Dong, Z., Wang, Z., Jiang, M., Yang, P., & An, H. (2021). Optimization of the international nickel ore trade network. *Resources Policy*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101978>

Europe.eu. (28 oktober 2022). Zero emission vehicles: first 'Fit for 55' deal will end the sale of new CO2 emitting cars in Europe by 2035. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6462

Fitch Solutions. (30 december 2021). Battery Grade Nickel: Assessing Global Supply Bottlenecks And Opportunities. https://www.fitchsolutions.com/metals/battery-grade-nickel-assessing-global-supply-bottlenecks-and-opportunities-30-12-2021?fSWebArticleValidation=true&mkt_tok=NzMyLUNLSC03NjcAAAGLBMDmxdXPLOhCcLW6RFtJWQnkd6a9Lrc4bQxQdgbJcaVkKM7LI2rxivrINL7cBf8oUVsh8I-eFu0CKRMxcrkUJdX3Q5UpSySX6N6UJvHIjAQI-9ugg

Fitch Solutions. (4 januari 2023). Global Nickel Mining Outlook. https://www.fitchsolutions.com/commodities/global-nickel-mining-outlook-04-01-2023?fSWebArticleValidation=true&mkt_tok=NzMyLUNLSC03NjcAAAGK727MyF4P7yVv_DDUcRFdxIjr6HvDBW3EyIWIIzwmkLUi7ydw8GqacU1vgFvm0NGKEgWOBdJNDJPylvLj2GvXiszqMCdMfahx6b6vUUryWIV6o-q9ZQ

Fraser, J., Anderson, J., Lazuen, J., Lu, Y., Heathman, O., Brewster, N., Bedder, J., Masson, O. (2021). Study on future demand and supply security of nickel for electric vehicle batteries. Publications office of the European Union, Luxembourg. doi:10.2760/212807

Hammersley, M. (2012). What is Qualitative Research? What Is Qualitative Research?, 144. <https://doi.org/10.5040/9781849666084>

Hatayama, H., & Tahara, K. (2018). Adopting an objective approach to criticality assessment: Learning from the past. *Resources Policy*, 55, 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.11.002>

Horowitz, L. S., Keeling, A., Lévesque, F., Rodon, T., Schott, S., & Thériault, S. (2018). Indigenous peoples' relationships to large-scale mining in post/colonial contexts: Toward multidisciplinary comparative perspectives. In *Extractive Industries and Society* (Vol. 5, Issue 3, pp. 404–414). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.05.004>

Humphreys, D. (2019). The mining industry after the boom. *Mineral Economics*, 32(2), 145–151. <https://doi.org/10.1007/s13563-018-0155-x>

IEA (2022a). Global EV Outlook 2022, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>

IEA. (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>

IEA. (2022b). Why is ESG so important to critical mineral supplies, and what can we do about it?. IEA. <https://www.iea.org/commentaries/why-is-esg-so-important-to-critical-mineral-supplies-and-what-can-we-do-about-it>

Jonsson, P., & Matsson, S. (2023). *Logistik – Läran om effektiva materialflöden* (4 uppl.). Liber

Jenkins, A. (29 april 2022). Stock Availability: What it is & How to Improve it. NetSuite. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/stock-availability.shtml>

Lèbre, É., Owen, J. R., Corder, G. D., Kemp, D., Stringer, M., & Valenta, R. K. (2019). Source Risks As Constraints to Future Metal Supply. *Environmental Science and Technology*, 53(18), 10571–10579. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02808>

Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., Arratia-Solar, A., & Valenta, R. K. (2020). The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9>

Leighton, M. (16 mars 2020). 5 Things You Need to Know about class 1 & 2 and Intermediate Nickel (Transcript). Crux Investor. <https://www.cruxinvestor.com/articles/5-things-you-need-to-know-about-class-1-2-and-intermediate-nickel-transcript>

Maisel, F., Neef, C., Marscheider-Weidemann, F., & Nissen, N. F. (2023). A forecast on future raw material demand and recycling potential of lithium-ion batteries in electric vehicles. *Resources, Conservation and Recycling*, 192, 106920. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106920>

Milewski, A. (20 october 2022). Markets are too comfortable with the supply of nickel. The Oregon Group. <https://theoregongroup.com/commodities/nickel/markets-are-too-comfortable-with-the-supply-of-nickel/>

Mudd, G. (2009). Nickel Sulfide Versus Laterite: The Hard Sustainability Challenge Remains. *ResearchGate*, 1-11. https://www.researchgate.net/publication/228470255_Nickel_Sulfide_Versus_Laterite_The_Hard_Sustainability_Challenge_Remains

Natural Resources Canada. (16 februari 2023). Nickel facts. <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/nickel-facts/20519>

National Research Council. (2008). *Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12034>

Nguyen, R. T., Eggert, R. G., Severson, M. H., & Anderson, C. G. (2021). Global Electrification of Vehicles and Intertwined Material Supply Chains of Cobalt, Copper and Nickel. *Resources, Conservation and Recycling*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105198>

Nickel Institute. (2023). About nickel. <https://nickelinstitute.org/en/about-nickel-and-its-applications/>

Nieto, A. (2013). The Strategic Importance of Nickel: Scenarios and Perspectives Aimed to Global Supply. *Journal of Mining and Metallurgy Section B Metallurgy*. <https://www.researchgate.net/publication/259970932>

Oh, C. H., Shin, J., & Ho, S. S. H. (2023). Conflicts between mining companies and communities: Institutional environments and conflict resolution approaches. *Business Ethics, the Environment and Responsibility*. <https://doi.org/10.1111/beer.12522>

Olafsdottir, A. H., & Sverdrup, H. U. (2021). Modelling Global Nickel Mining, Supply, Recycling, Stocks-in-Use and Price Under Different Resources and Demand Assumptions for 1850–2200. *Mining, Metallurgy and Exploration*, 38(2), 819–840. <https://doi.org/10.1007/s42461-020-00370-y>

Owen, J. R., Kemp, D., Lechner, A. M., Harris, J., Zhang, R., & Lèbre, É. (2023). Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples. *Nature Sustainability*, 6(2), 203–211. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00994-6>

Ozdemir, A. C., Buluş, K., & Zor, K. (2022). Medium- to long-term nickel price forecasting using LSTM and GRU networks. *Resources Policy*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102906>

Pickrell, E. (31 mars 2022). Russia-Ukraine War Helps Drive Nickel Prices, EV Headaches. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/uhenergy/2022/03/31/russia-ukraine-war-helps-drive-nickel-prices-ev-headaches/>

P, K. (19 april 2023). PESTEL Analysis. CFI. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/pestel-analysis/>

Rachidi, N. R., Nwaila, G. T., Zhang, S. E., Bourdeau, J. E., & Ghorbani, Y. (2021). Assessing cobalt supply sustainability through production forecasting and implications for green energy policies. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102423>

Ruane, J. (2015). *Introducing Social Research Methods* (1st ed.). Wiley. <https://www.perlego.com/book/996579/introducing-social-research-methods-essentials-for-getting-the-edge-pdf>

Schmidt, J. (15 maj 2023). Forecasting. Corporate Finance Institute. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/forecasting/>

Scott, S., & Ireland, R. (2020). *Lithium-Ion Battery Materials for Electric Vehicles and their Global Value Chains*.

Snowdon, N., Rai, A., Schiavon, A., Sharp, D., & Currie, J. (28 april 2022). Nickel's class divide. Goldman Sachs. <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/gs-research/nickels-class-divide/report.pdf>

Storhagen, G. N. (2018). *Logistik – grunder och möjligheter* (5 uppl.). Liber.

Trading economics. (2023). Nickel. <https://tradingeconomics.com/commodity/nickel>

Turner, J. (4 november 2022). Inflation, Interest Rates, and Supply/Demand Destruction: downside Risks in the Mining Industry. DBRS Morningstar. <https://www.dbrsmorningstar.com/research/404909/inflation-interest-rates-and-supplydemand-destruction-downside-risks-in-the-mining-industry>

Watson, R. (2015). Quantitative research. *Nursing Standard*, 29(31), 44–48. <https://doi.org/10.7748/NS.29.31.44.E8681>

Bilagor

Bilaga 1: lista över hämtade data

Nummer	Databas / Sökmotor	Titel	Årtal	Skribent	Fyra kriterierna
1.	Google Scholar	Global Electrification of Vehicles and Intertwined Material Supply Chains of Cobalt, Copper and Nickel	2021	Nquyen, R; Eggert, R. G; Sverson, M.H; Anderson, C. G	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
2.	Google Scholar	Modelling Global Nickel Mining, Supply, Recycling, Stocks-in-Use and Price Under Different Resources and Demand Assumptions for 1850-2200	2021	Anna Hulda Olafsdottir; Harald Ulrik Sverdrup	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
3.	Google Scholar	The future of nickel: A class act	2017	Nicolo Campagnol; Ken Hoffman; Ajay Lala; Oliver Ramsbottom	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
4.	Google	The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions	2021	IEA	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
5.	Google Scholar	Optimization of the international nickel ore trade network	2021	Dong, Xiaojuan; An, Feng; Dong, Zhiliang; Wang, Ze; Jiang, Meihui; Yang, Ping; An, Haigang;	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
6.	Google	Russia-Ukraine War Helps Drive Nickel Prices, EV Headaches	2022	Emily Pickrell	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
7.	Google Scholar	Study on future demand and supply security of nickel for electric vehicle batteries	2021	Jake Fraser; Neal Brewster; Jack Bedder; Jack Anderson; Jose Lazuen; Oliver Masson; Ying Lu; Oliver Heathman	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
8.	Google Scholar	Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples	2023	John R. Owen; Deanna Kemp; Alex M. Lechner; Jill Harris; Ruilian Zhang; Eleonore Lebre	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
9.	Google	Nickel's class divide	2022	Nicholas Snowdon; Aditi Rai; Annalisa Schiavon; Danniell Sharp; Jeffrey Currie	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
10.	Google Scholar	Indigenous people's relationships to large-scale mining in post/colonial contexts: Toward multidisciplinary comparative perspectives	2018	Leah S. Horowitz; Arn Keeling; Francis Levesque; Thierry Rodon; Stephan Schott; Sophie Theriault	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
11.	Google	Inflation, Interest Rates, and Supply/Demand Destruction: Downside Risks in the Mining Industry	2022	Jay Turner	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
12.	Google	The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition	2022	Marcelo Azevedo; Magdalena Baczynska; Patricia Bingoto; Greg Callaway; Ken Hoffman; Oliver Ramsbottom	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
13.	Google	Markets are too comfortable with the supply of nickel	2022	Anthony Milewski	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA

14.	Google	How clean can the nickel industry become?	2020	Marcelo Azevedo; Nicolas Goffaux; Ken Hoffman	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
15.	Google Scholar	Conflicts between mining companies and communities: Institutional environments and conflict resolution approaches	2023	Chang Hoon oh; Jiyoung Shin; Shuna Shu Ham Ho	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
16.	Google Scholar	The social and environmental complexities of extracting energy transition metals	2020	leonore Lebre; Martin Stringer; Kamila Svobodova; John R. Owen; Deanna Kemp; Claire Côte; Andrea Arratia-Solar; Rick K. Valenta	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
17.	Google	Philippines to shut half of mines, mostly nickel, in environmental clampdown	2017	Enrico Dela Cruz; Manolo Serapio Jr	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
18.	Google	Global Nickel Mining Outlook	2023	Fitch Solutions	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
19.	Google Scholar	Source Risks As Constraints to Future Metal Supply	2019	leonore Lebre; John R. Owen; Glen D. Corder; Deanna Kemp; Martin Stringer; Rick K. Valenta	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
20.	Google Scholar	Adopting an objective approach to criticality assessment: Learning from the past	2018	Hiroki Hatayama; Kiyotaka Tahara	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
21.	Google	Why is ESG so important to critical mineral supplies, and what can we do about it?	2022	IEA	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA
22.	Google Scholar	The mining industry after the boom	2019	David Humphreys	Autenticitet: JA Trovärdighet: JA Representativitet: JA Meningsfullhet: JA

Bilaga 2: Utmaningarna fördelade enligt PESTEL

Nummer	Politiska	Ekonomiska	Sociala	Teknologiska	Miljömassiga	Lagliga
1.	Hög koncentrationsnivå					
2.		Ökade produktionskostnader				
3.		Pris volatilitet				
4.	handelsrestriktioner, politisk instabilitet, geopolitiska spänningar, resursnationalism			Djuphavsbottenborrning	Naturkatastrofer, klimatförändringen	Politiska beslut
5.	Filipinernas Politiska beslut					

6.	Handelssanktioner, ryskt nickel					
7.				Högsyralakningsprocessen, teknologin kring återvinning		
8.				Teknologiska förändringars roll		
9.	Utdragning av konflikten mellan Ryssland och Ukraina	Pris volatilitet		Nickels roll i elsbilsbatterier, teknologin kring högsyralakningsprocessen		Policyförändringar
10.			Överlappning med ursprungsbefolkningens landområden			
11.	Sanktioner på rysk energi	Inflation och ränteräkningar, prisvolatilitet, ökade kostnader				
12.		Prisvolatilitet och flaskhalsar, kapitalintensitet				
13.		Stora investeringar och kostnader, projektfinansiering, prisvolatilitet			Miljömässiga krav på nickelgruvor	Statlig lagstiftning
14.	Geografiska koncentrationen, regulatoriska förändringar				Hårda miljömässiga krav	
15.			Sociala konflikter			
16.			Misskötsel av sociala och miljömässiga risker			Länders förvaltning
17.					Miljöförstöring	
18.	Ryskt klass 1 nickel tillgänglighet					
19.		Större, djupare och mer komplicerade gruvor				Länders regelverk
20.	Resursnationalism	Prisvolatilitet				
21.			Osäkerhet kring sociala och miljömässiga risker			
22.	Resursnationalism					