

Az energiahordozók, mint kockázati tényezők a kenyér előállításának ellátási láncában

Energy carriers as risk factors in the bread production supply chain

DR. HABIL. VARGA JÁNOS egyetemi docens, Óbudai Egyetem,
Keleti Károly Gazdasági Kar – Üzleti Tudományok és Digitális Ismeretek
Intézet, email: varga.janos@kgk.uni-obuda.hu

PLÖTZ ANITA PhD-hallgató, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori
Iskola, email: plotz.anita@uni-obuda.hu

DOI: <https://doi.org/10.65513/MaMi.2025.11.64>

Abstract

The role of energy carriers in the food industry, especially in the bread production process, fundamentally determines the efficiency, costs and sustainability of the supply chain.

The study examines the role of energy carriers in the bread production supply chain, with particular attention to the effects of electricity and fossil fuels. Fluctuations in energy prices, the rise of renewable energy sources, as well as geopolitical and climate change factors pose significant risks to the stability and costs of food industry processes. The research presents the main stages of bread production, the energy-intensive critical points, and the main trends in energy price developments, with particular attention to examples from Germany. Based on the results, it can be concluded that the impact of energy carriers on the supply chain affects not only economic efficiency, but also sustainability and food safety. The study also emphasizes the importance of increasing energy efficiency, developing infrastructure, and developing risk management strategies.

Keywords: Energy sources; bread production; supply chain; energy efficiency

JEL codes: Q41, Q43, L66, Q01, D81

Absztrakt

Az energiahordozók szerepe az élelmiszeriparban, különösen a kenyérgyártás folyamatában alapvetően meghatározza az ellátási lánc hatékonyságát, költségeit és fenntarthatóságát.

A tanulmány az energiahordozók szerepét vizsgálja a kenyérgyártás ellátási láncában, különös tekintettel az elektromos áram és a fosszilis üzemanyagok hatásaira. Az energiaárak ingadozásai, a megújuló energiaforrások térnyerése, valamint a geopolitikai és klímaváltozási tényezők jelentős kockázatokat jelentenek az élelmiszeripari folyamatok stabilitására és költségeire. A kutatás bemutatja a kenyérgyártás fő szakaszait, az energiaigényes kritikus pontokat, valamint az energiaárak alakulásának főbb tendenciáit, különös tekintettel a németországi példákra. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az energiahordozók ellátási láncra gyakorolt hatása nemcsak a gazdasági hatékonyságot, hanem a fenntarthatóságot és az élelmiszerbiztonságot is érinti. A tanulmány továbbá hangsúlyozza az energiahatékonyság növelésének, az infrastruktúra fejlesztésének, valamint a kockázatkezelési stratégiák kidolgozásának jelentőségét.

Kulcsszavak: Energiahordozók; kenyérgyártás; ellátási lánc; energiahatékonyság

Jelkódok: Q41, Q43, L66, Q01, D81

1. Bevezetés

Az ellátási lánc menedzsmentjének alapvető célja, hogy biztosítsa a nyersanyagok, információk és erőforrások hatékony áramlását a termelés, a szállítás és a fogyasztás szakaszai között.

A kenyér előállításának ellátási láncja különösen érzékeny az ellátási zavarokra. Ezek közé tartoznak az energiahordozók, amelyek nélkülözhetetlenek az alapanyagok előállításához, a szállításához és a sütési folyamatokhoz. (Fink et al., 2022; Jaswanth et al., 2023). A kockázatelemzés az ellátási lánc sebezhetőségeinek és bizonytalanságainak azonosítására, értékelésére és kezelésére irányuló folyamat (John et al., 2023).

A kockázatelemzés alapelvei a második világháború után kaptak nagyobb figyelmet, főként az ipari termelés és a logisztika hatékonyságának növelése miatt. Történeti gyökerei azonban jóval régebbiek, és az ókori, illetve középkori kereskedelem biztonsági megfontolásaihoz vezethetők vissza. Napjainkra a kockázatelemzés multidiszciplináris megközelítéssé vált. A folyamat ma már pénzügyi, logisztikai és fenntarthatósági szempontokat is magában foglal. (Damayanti, 2023).

Az ellátási láncban a kockázatok különböző csoportokba sorolhatók (Arowosegbe et al., 2024). Beszélhetünk stratégiai kockázatokról, amelyek hosszú távú döntésekből erednek, például az energiahordozók beszerzésének helye és módja. Fontos említést tenni továbbá az operatív kockázatokról, amelyek a napi működés során merülnek fel, például az ellátási zavarok, mint az áramkimaradások vagy a szállítási problémák. Nem mehetünk el szó nélkül a pénzügyi kockázati tényezők mellett sem, mint például az energiaárak ingadozása vagy éppen a devizaárfolyamok változása. Végezetül pedig szükséges említést tenni a környezeti és társadalmi kockázatokról is, ideértve az éghajlatváltozást és a szabályozási környezet szigorodását (Shahbaz et al., 2017). Jelen empirikus kutatás statisztikai adatokra és a szerzők szakirodalmi elemzéseire támaszkodik. A vizsgálat célja az energiahordozók szerepének feltárása a kenyérgyártás ellátási láncában. Kutatásukban a szerzők különösen az energiaárak alakulását és ezek hatásait elemzi a termelési folyamatok különböző szakaszaiban. Az adatok alapját nemzetközi és németországi energiafelhasználási statisztikák, valamint ártrendeket tartalmazó szekunder források adják. Ezek részletes elemzése segíti az ellátási lánc kockázati tényezőinek megértését és a megfelelő kezelési stratégiák kialakítását. A tanulmány áttekinthetőségének növelése érdekében szükséges az energiahordozókhoz kapcsolódó kockázatok

elkülönített bemutatása. A kenyérgyártás energiafüggősége három jól meghatározható kockázati csoportban ragadható meg:

- árvolatilitás, vagyis az energiahordozók – különösen az elektromos áram és a gázolaj – gyors és nehezen prognosztizálható ármozgásai;
- ellátási bizonytalanság, amely magában foglalja a hálózati terheltségből, a megújuló energiaforrások időjárásfüggéséből és az üzemanyag-ellátás sérülékenységéből fakadó kockázatokat;
- geopolitikai tényezők, elsősorban a nemzetközi energiapiac instabilitása, az orosz–ukrán konfliktus és a globális szabályozói környezet változásai.

E három kockázati dimenzió rendszerezett áttekintése segít abban, hogy a tanulmány későbbi fejezetei világosan bemutassák az energiahordozók ellátási láncra gyakorolt hatásmechanizmusait.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A kenyér gyártásának folyamata

A kenyérgyártás egy több lépésből álló, egymásra épülő technológiai folyamat, amelynek célja, hogy a nyers alapanyagokból kiváló minőségű, fogyasztásra kész végtermék szülessen.

A folyamat során fontos a fizikai és kémiai folyamatok pontos szabályozása. Emellett kezelni kell az egyes lépések energiaigényét is, mert az energiahordozók minden szakaszban meghatározó szerepet játszanak (Das et al., 2023). Az alábbiakban részletesen bemutatásra kerülnek a kenyérgyártás fő szakaszai, azok kritikus pontjai, valamint a tanulmány fő fókuszja is. Az alábbi folyamatábra vizuálisan szemlélteti a kenyérgyártás fő szakaszait, kiemelve a kritikus pontokat (Mesta-Corral, 2024).



1. ábra: Kenyérgyártás fő szakaszait tartalmazó folyamatábra

Forrás: Das et al (2023) alapján saját szerkesztés

A folyamat első lépése az alapanyagok előkészítése, amely során a szükséges összetevőket – liszt, víz, élesztő, só, valamint adalékanyagok – gondosan kiválasztják és előkészítik.

Az alapanyagok minősége alapvetően meghatározza a kenyér végső tulajdonságait, például az ízt, textúráját és eltarthatóságát. A liszt sikértartalma például közvetlenül befolyásolja a tészta rugalmasságát, míg a víz keménysége a tészta állagára van hatással (Sheikh et al., 2023).

A következő lépés a tészta dagasztása, amely az összetevők homogén keverését és a gluténháló kialakulását célozza. A dagasztási folyamat során egy olyan szerkezet alakul ki, amely lehetővé teszi a tészta szén-dioxid tartalmának megtartását, ezáltal biztosítva a kenyér megfelelő térfogatát. Ez a szakasz

rendkívül energiaigényes, mivel az ipari dagasztógépek jelentős mechanikai munkát végeznek (Muscalu et al., 2017). A kelesztés a következő fázis, amely a tészta térfogatának növeléséért felelős. Az élesztő tevékenysége során szén-dioxid és alkohol képződik, ami a tészta térfogatát növeli, miközben íz- és aromaanyagok alakulnak ki.

A kelesztés időtartama, hőmérséklete és páratartalma kritikus, mivel ezek mind hatással vannak a kenyér textúrájára és minőségére. Az optimális kelesztési feltételek biztosítása érdekében szigorú kontrollra van szükség (Mietton et al., 2022). A kelesztést után a tésztát formázzák, majd másodlagos kelesztés következik. Ez a folyamat biztosítja a kenyér végleges alakját, és elősegíti a belső szerkezet kialakulását. A formázási szakasz során az egyenletes méret és alak elérése érdekében precíz gépi vagy kézi munkát alkalmaznak (Cauvain, 2020). A sütés során a tészta véglegesen kenyérré alakul. A sütési hőmérséklet és idő határozza meg a kenyér kérgének színét, vastagságát, a belső állomány sűrűségét és az ízjegyek kialakulását. E fázis az energiafelhasználás szempontjából a legkritikusabb, hiszen a sütőberendezések hőtermelése és hőmérséklet-szabályozása nagy mennyiségű energiahordozót igényel (Das et al., 2023). A folyamat végső lépése a kész kenyér sütése és csomagolása.

A hűtési folyamat biztosítja, hogy a kenyér szerkezeti integritása megmaradjon, míg a csomagolás az eltarthatóságot és a higiéniai előírások betartását garantálja (Das et al., 2023).

A kenyérgyártás folyamata számos olyan kritikus pontot tartalmaz, amelyek befolyásolhatják a végtermék minőségét és a gyártás energiahatékonyságát. Ezek közül kiemelhető az alapanyagok minősége (különösen a liszt és az élesztő); a dagasztási és kelesztési idő pontos betartása; a sütési hőmérséklet és időszak pontos szabályozása; az energiafelhasználás optimalizálása a dagasztás, kelesztés és sütés során (Puspitawati et al., 2022). Összességében tehát elmondható, hogy a kenyérgyártás folyamata több szakaszból tevődik össze, amelyek mindegyike jelentős hatással van a végtermék minőségére és a gyártás energiafelhasználására. A tanulmány célja, hogy az energiahordozók szerepét vizsgáljuk ezekben a kulcsfontosságú szakaszokban. A dagasztás, a kelesztés és a sütés energiaigénye különös jelentőségű. Ezekben a szakaszokban a legnagyobb a kockázat az energiaellátás esetleges zavarai miatt. E megközelítés célja az energiahatékonyság növelése és a kockázati tényezők mérséklése az ellátási lánc teljes folyamata során (Özçakmak, 2019).

3. Anyag és módszer

3.1. Energiahordozók hatása a kenyér előállításának ellátási láncában

A kenyérgyártás folyamata erős energia-kitettséget mutat, ami a végtermék árát jelentős mértékben befolyásolja. Németországban az energiaárak alakulását több, egymást erősítő kockázati tényező határozza meg, melyek között megtalálható a gazdasági, politikai és természeti tényezők komplex kölcsönhatása. Ezek a tényezők különféle előrejelzések készítését segíthetik, különösen a költségek várható változásainak elemzésekor (Jesulagba et al., 2024). A klímaváltozás erősödésével nő az előre nem látható, szélsőséges események száma. Ezek hatással vannak az infrastruktúrára és az energiahordozók árára, ami áttételesen a kenyérgyártás költségeit is befolyásolja (World Economic Forum, 2024). Németország villamosenergia-ellátása az elmúlt években komoly átalakuláson ment keresztül, különösen az "Energiewende" (energiafordulat) programnak köszönhetően, amelynek célja a fosszilis energiahordozók és az atomenergia kivezetése, illetve a megújuló energiaforrások arányának növelése (Jafari et al., 2023).

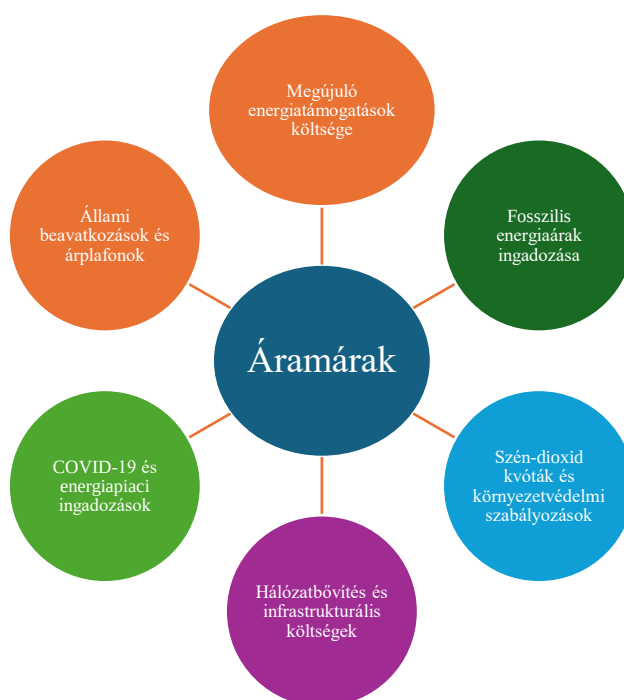
A 2023-as évben Németország villamosenergia-termelésének több mint 50%-át megújuló energiaforrások, különösen a szél- és napenergia adták (Statistische Bundesamt, 2024).

A szélenergia kiemelt szerepet játszik, főleg az északi régiókban, ahol a nagyobb szélkapacitások is találhatóak (Solarin-Bello, 2021). A napenergia is egyre fontosabbá vált, főként délen és a lakóépületeken elhelyezett napkollektorok révén (Reker et al., 2022).

A vízenergia és a biomassza is részt vesz a termelésben, azonban kisebb arányban (Wettengel, 2024). Németország 2023-ban végleg bezárta az utolsó atomerőműveit, melynek eredményeképpen az atomenergia már nem része a villamosenergia-mixének (BMUV, 2023).

4. Eredmények

Az ország az atomerőművek kivezetését már évtizedekkel ezelőtt megkezdte, és ez a folyamat az idei évben zárult le. Bár Németország jelentős mértékben csökkentette a szén és lignit alapú energiatermelést, ezek még mindig fontos szerepet játszanak az energiaellátásban, főként a megújuló energiák hullámzó teljesítménye okán (Bundeskartellamt, 2023). Az ország célja, hogy 2038-ig teljesen megszüntesse a szénelapú energiatermelést (Bundesnetzagentur, 2024). A földgáz szintén fontos forrás, különösen az időszakos energiapótlásra, azonban Németország erősen függ az importált földgáztól, kiemelten az orosz ellátástól való elfordulás óta (Rilling, 2024). A gázellátás biztosítása érdekében továbbá új infrastruktúrákat, például LNG-terminálokat fejleszt (BMWK, 2023). Németország jelentős energiaexportőr, leginkább a szélenergia túlermelésének időszakaiban, de időnként importra is szorul, amikor a megújuló energiatermelés csökken (Rilling, 2024). Emellett Németország Franciaországgal, Ausztriával és más környező országokkal erős energiahálózati kapcsolatokat tart fenn (AGEB, 2023). A megújuló energiaforrások ingadozó teljesítménye miatt fontos a megfelelő tárolási és hálózati kapacitás kiépítése. Németország egyre többet fektet energiatárolási technológiákba, például akkumulátorparkokba és hidrogénalapú tárolókba (Arab-Taha, 2017). Emellett az átvitelihálózat-bővítések is fontos szerepet kapnak a termelési régiók (például északi szélfarmok) és a fogyasztási területek (például déli ipari központok) összekapcsolásában (Matke et al., 2017). Németország célja, hogy 2030-ra az energiafogyasztásának legalább 80%-át megújuló energiaforrásokból fedezze, és az ország 2045-re teljesen karbonsemleges legyen (BMWK, 2021). Ehhez szükséges lesz a tárolókapacitások, az energiahatékonyság és a fogyasztási szokások további fejlesztésére is (Rohde et al., 2020). Az elmúlt 10 évben Németországban az áram fogyasztói ára fokozatosan emelkedett (Statista, 2024a). A növekedést több tényező befolyásolta. Ide tartoznak a megújuló energiaforrások támogatási költségei, a fosszilis energiahordozók árának változásai és az új szabályozások, illetve energiaforgalmi díjak (BDEW, 2024). Az áramárak alakulásában számos tényező játszik fontos szerepet, melyeket a 2. ábra szemléltet.



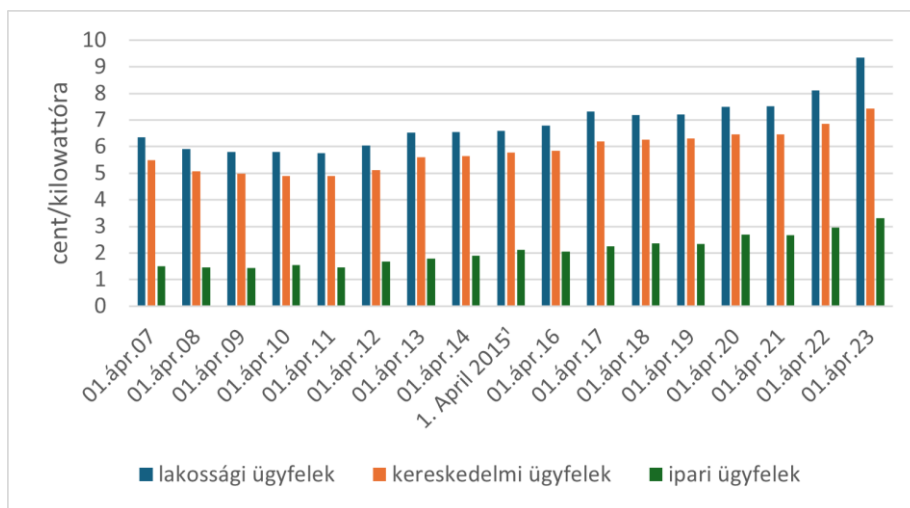
2. ábra: Áramárak alakulásában szerepet játszó tényezők

Forrás: Dragasevic et al. (2021) alapján saját szerkesztés

Az első említésre méltó tényező a megújuló energiatámogatás költsége. A németországi "Energiewende" miatt az állam erősen támogatta a megújuló energiaforrásokat, különösen a nap- és szélenergiát (Andor et al., 2017). E támogatások fedezése céljából az energiaszolgáltatók hozzájárultak egy külön díjon, az úgynevezett EEG-Umlage-on (Megújuló Energia Törvény szerinti járulék) keresztül. Az EEG-Umlage az egyik fő tényező volt az áremelkedés mögött, mivel a fogyasztók ezt a díjat közvetlenül fizették. Az utóbbi években azonban, különösen a 2022-es évtől, a kormány csökkentette, majd eltörölte az EEG-Umlage-t a fogyasztók terheinek enyhítése érdekében (Bundesregierung, 2023). A következő tényező a fosszilis energiaárak ingadozása. A földgáz és szén árának ingadozása, kifejezetten a globális piacokon, jelentős hatással volt az energiaárakra. Mivel Németország még mindig függ a földgáztól és a széntől, a nemzetközi árak emelkedése – például a 2021–2022-es energiaválság idején – érezhetően növelte az áramtermelési költségeket. Az orosz-ukrán konfliktus is jelentős hatással volt a gázárakra, mivel Németország korábban nagy mértékben támaszkodott az orosz gázimportra. Az alternatív források, mint az LNG-import, drágábbak voltak, és ezek szintén növelték az áramárakat (Krebs, 2023). A harmadik befolyásoló tényező csoportját a szén-dioxid kvóták, valamint a környezetvédelmi szabályozások alkotják. Az Európai Unió kibocsátás-kereskedelmi rendszere (ETS) keretében a szén-dioxid-kvóták egyre drágábbá váltak, különösen az elmúlt években. Ez a fosszilis tüzelőanyagokkal működő erőművek költségeit növelte, ami tovább gyűrűzött a végfelhasználói árakba is (Meadows-Zapfel, 2019). Az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások szintén hozzájárultak az árak emelkedéséhez, mivel ezek a szennyező áramtermelés helyett a drágább, környezetbarát technológiák alkalmazását ösztönözték (Тупикова et al., 2020). Nem lehetünk el szó nélkül a hálózathálózatbővítés, illetve az infrastrukturális költségek mellett sem. A megújuló energiaforrások – különösen a szélenergia – által termelt áramot el kell juttatni a fogyasztási központokba, ami jelentős hálózathálózatbővítési és fejlesztési költségeket jelent. A nagyfeszültségű átviteli hálózatok kiépítése, főleg a német északi régiókban költséges, és ezek a költségek részben a fogyasztók által fizetett árakban

jelentkeztek (Ahamer, 2021). Az energiatárolási technológiák, például az akkumulátorrendszerek és hidrogéntárolók fejlesztése is egyre növekvő költséget jelentett (Mulder-Klein, 2024). Fontos kiemelni továbbá a COVID-19, valamint az energiapiaci ingadozások hatásait is. A COVID-19 járvány alatt az energiafogyasztás átmenetileg csökkent, ami a rövid távon az áramárak mérséklődéséhez vezetett. Hosszabb távon azonban a válság kezelése többletköltségeket okozott az energiavállalatoknak és a rendszer fenntartásának. Ez szintén hozzájárult az árak emelkedéséhez (Lu et al., 2021). Végezetül pedig nagy jelentőséggel bírnak az állami beavatkozások, valamint az árplafonok is. Végezetül pedig nagy jelentőséggel bírnak az állami beavatkozások, valamint az árplafonok is. Az energiaválság idején az EU-tagállamok különféle támogatási csomagokat és ideiglenes árplafonokat vezettek be a fogyasztók védelmére, ami Németországban is hozzájárult a drasztikus áremelkedések mérsékléséhez. Ezek azonban csak átmeneti intézkedések, ezért az árak alapvetően továbbra is növekvő trendet mutatnak. (Koval, 2018). Németország hosszú távon a megújuló energiaforrásokra támaszkodva szeretné stabilizálni az áramárakat. A fosszilis energiahordozók piacának változékonysága és az infrastruktúra fejlesztési költségei miatt azonban az árak a közeljövőben várhatóan továbbra is ingadoznak. Az energiatárolási kapacitások bővítése, az importfüggőség csökkentése és az energiahatékonysági intézkedések hosszabb távon stabilizálhatják az árakat. A jövőbeni árak alakulása azonban nagymértékben függ az energiaátállítás sikerétől és a globális energiapiac stabilitásától. (Yang et al., 2021).

Németországban, más országokhoz hasonlóan, a vállalatok számára biztosított elektromos áram ára a vállalkozás méretének és a felhasználás mértékének függvénye (Pavlik et al., 2024). Lakossági ügyfelek számára a legdrágább, a kereskedelmi ügyfelek pedig átlagosan közel háromszoros áron jutnak hozzá az ipari ügyfelekhez képest, melyről átfogó képet nyújt az alábbi ábra.

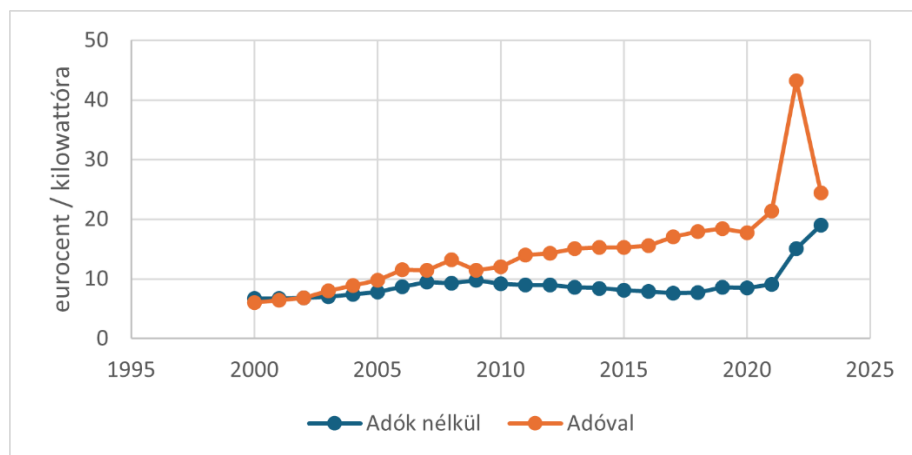


3. ábra: A villamosenergia hálózati díjai Németországban ügyfélcsoportonként

Forrás: Statista (2024b) alapján saját szerkesztés

A hálózati díjak differenciálása a nagyobb energiahatékonyság ösztönzését és az ipari versenyképesség fenntartására szolgálja. Ugyanakkor a lakosság számára többletterhet jelent. Németországban a különböző kedvezmények igénybevételehez – például az EEG-Umlage csökkentéséhez – az energiafogyasztási minimum évente 1 GWh-nál (1000 MWh) kezdődik. Általánosságban azonban ipari

fogyasztónak tekinthetők azok a vállalatok, amelyek évente legalább 10 000 megawattóra (MWh) áramot fogyasztanak (Scheller et al., 2018). A következő ábra az ipari energiaárak időbeli változásait szemlélteti, különös tekintettel a 2020-2024 közötti időszakra.



4. ábra: *Ipari villamosenergia-árak alakulása Németországban*

Forrás: BDEW (2024) alapján saját szerkesztés

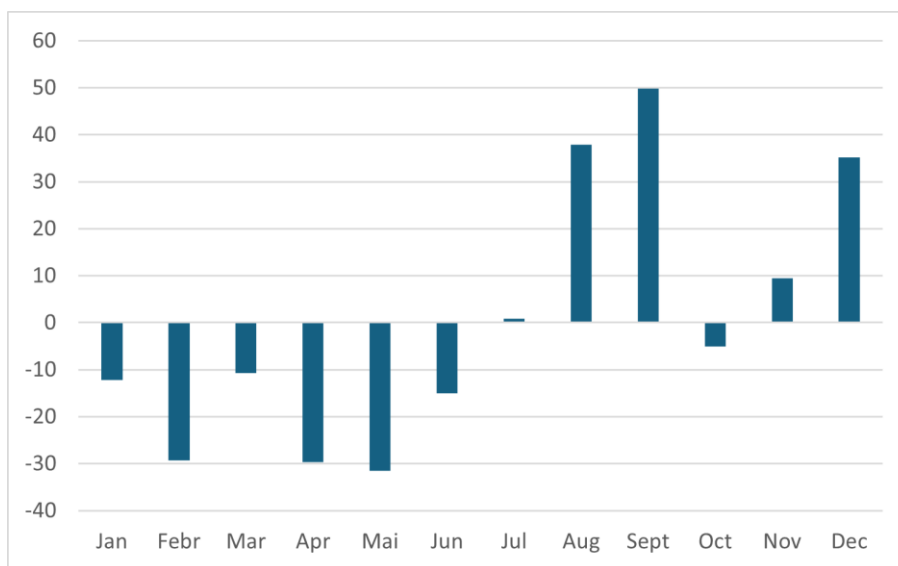
E tekintetben elmondható, hogy az ipari energiaárak emelkedése a fosszilis energiaforrások ingadozó áraival és a megújuló támogatási költségeivel áll összefüggésben, ami kihívásokat jelent az energiaigényes iparágak, például a kenyérgyártás számára. A malomipar ipari felhasználónak számít Németországban, ha az áramfogyasztása eléri vagy meghaladja az ipari fogyasztókra vonatkozó küszöbértékeket. A malomiparban jellemzően nagy teljesítményű gépeket és berendezéseket (pl. őrlők, darálók) használnak, amelyek jelentős energiát igényelnek, így sok esetben teljesítik az ipari fogyasztók kritériumait. A malomipar rendszerint energiaigényes ágazatként szerepel, bár nem a legnagyobb energiafogyasztók között van jelen (Graevenitz-Rottner, 2023). Az elektromos áram árát a szezonális módszerével elemezték a szerzők a 2020-2024-es időszakra vonatkozóan a havi átlagos nagykereskedelmi árakat felhasználva. Az illesztett lineáris trend növekvő ütemet mutatott. Havonta átlagosan 1,28 euróval nőtt a vizsgált időszakban az áram nagykereskedelmi ára megawattónként. Emellett azonban jól látható a 2022-es évben kialakult politika helyzet, az orosz-ukrán háború áremelő hatása. A megvizsgált öt év alatt erős szezonális ingadozások jellemezték az áram árának alakulását Németországban. Télen az áram iránti kereslet általában magasabb a fűtési igények miatt, ami emelkedő árakat eredményez. Az árak csúcsai leggyakrabban télen fordultak elő, amikor a fosszilis tüzelőanyagok és a gázüzemű erőművek magasabb költségei domináltak. A német kormány által bevezetett árplafonok és támogatási csomagok átmenetileg stabilizálták az árakat, de ezek időszakos hatásúak voltak. Az áram ára továbbra is szorosan kapcsolódott a fosszilis tüzelőanyagok és a CO₂-kvóták árához. Az elmúlt években azonban a megújuló energiaforrások (különösen a szélenergia) erős hatása időnként mérsékelte az árakat, abban az esetben, ha a szélenergia-termelés jelentős volt. A nyári időszakban napközben a napsütéses órák és a fotovoltaius (PV) rendszerek termelése csökkentette az árakat. Ezzel szemben az esti órákban a csúcsidőszaki árak növekedhettek a megnövekedett légkondicionáló-használat okán. Az időjárás függvényében a szél- és napenergia-termelés jelentős ármozgásokat idézhet elő. Erre jó példa, hogy a 2022-es év végén és 2023-as év elején az erős szélenergia-termelés időszakosan alacsony árakat

eredményezett. Sőt negatív árak is előfordultak bizonyos órákban, amikor a termelés meghaladta a keresletet. A számított szezonális ingadozások estén azonban az augusztusi és szeptemberi jelentős kiugrás az orosz-ukrán helyzettel hozható összefüggésbe. Ez a véletlen hatások alakulásában is jól tükröződik (Bundesnetzagentur, 2022; Kern et al., 2023; Kendziorski et al., 2024). A következő ábrák a német nagykereskedelmi energiaárak szezonálisitását és véletlen hatásait elemzik, beleértve a geopolitikai események, például az orosz-ukrán háború áremelő hatásait.



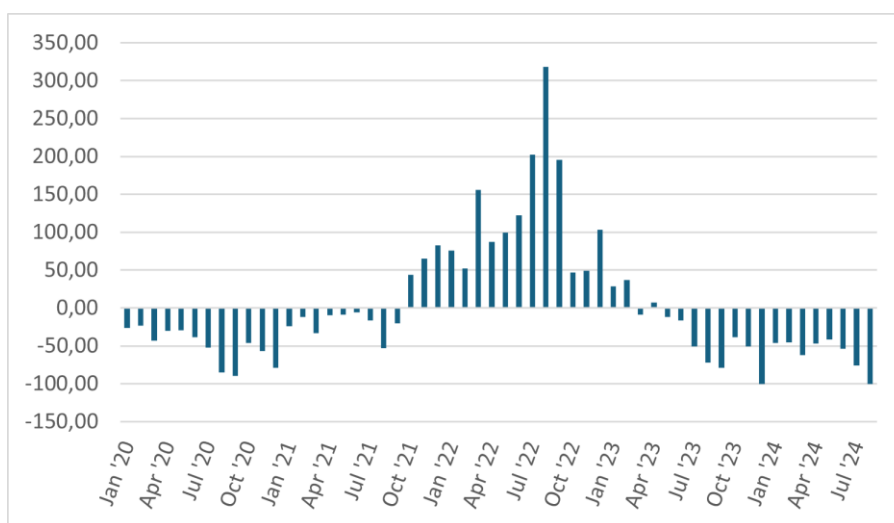
5. ábra: Nagykereskedelmi villamosenergia-árak alakulása (euró/MWh)

Forrás: Statista (2024a) alapján saját szerkesztés



6. ábra: Számított szezonális ingadozás (euró/MWh)

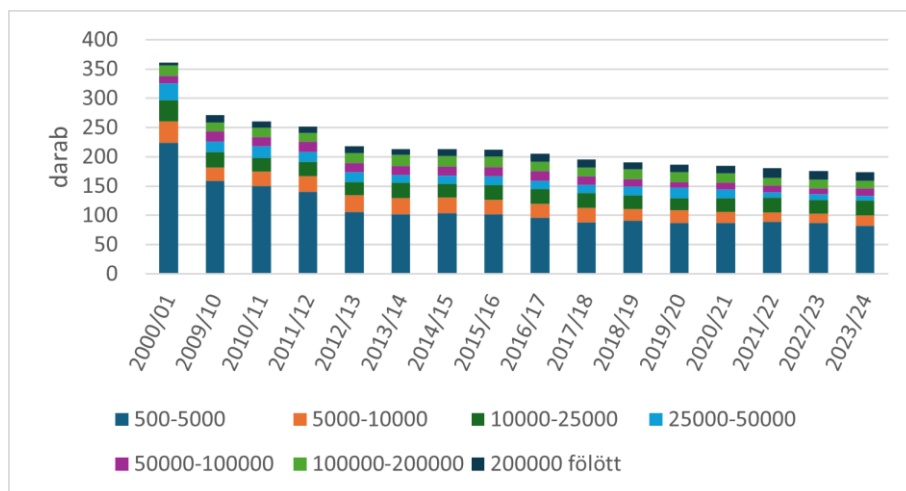
Forrás: Statista (2024a) alapján saját számítás és szerkesztés



7. ábra: Véletlen hatások az áram árban (euró/MWh)

Forrás: Statista (2024a) alapján saját számítás és szerkesztés

Az ábrák alapján az a következtetés vonható le, hogy a szezonális ingadozások mellett az időjárási és geopolitikai tényezők meghatározó szerepet játszanak az árak alakulásában. Ez jelentős bizonytalanságot jelent az energiahordozók tervezhetőségében. Németországban a malomipar szereplői között megtalálhatók mind a nagy, mind a kis- és középvállalatok (KKV-k), de a szektor túlnyomórészt közepes méretű és családi tulajdonú vállalatokból áll. A vállalatok jelentős része kisebb, regionálisan működő malom, amelyek több generáció óta ugyanazon családok kezében vannak. Ezek a cégek gyakran helyi vagy regionális piacokra koncentrálnak, és jellemzően kevésbé automatizáltak, mint a nagyobb vállalatok. Néhány nagyobb cég is jelen van a német piacon, amely hatékonyabb és korszerűbb technológiát használ, és gyakran országos vagy akár nemzetközi piacokra is szállít. Ezek a vállalatok szélesebb termékkínálattal rendelkeznek, több típusú lisztet és gabonaterméket állítanak elő, és nagyobb mennyiségű áramot is fogyasztanak, így jellemzően ipari felhasználóknak minősülnek (Dziki, 2023). A német malomipar többségében magántulajdonban van. Különösen jellemzőek a családi vállalkozások, amelyek akár generációkon keresztül öröklődtek. Ezek a cégek jellemzően konzervatívabb üzleti stratégiákat követnek, és fokozatos technológiai fejlesztéseket végeznek. Néhány nagyobb német malomipari cég külföldi befektetők vagy nemzetközi cégek tulajdonában van. Különösen olyan nagyvállalatok, amelyek globális élelmiszer-ipari csoportokhoz tartoznak. Külföldi tulajdon azonban ritkább a kisebb és közepes malmok esetében. A német malomiparban nem jellemző az állami tulajdonú vállalat. A szektor teljes egészében a magánszektorhoz tartozik, és a kormány nem vesz részt közvetlenül a malomipari cégek tulajdonlásában (Katz, 2024). A németországi malomipar versenyképességét olyan tényezők befolyásolják, mint az energiaárak, a gabonaárak változékonysága, valamint az élelmiszerbiztonsági szabályozások. A kisebb malmok számára kifejezetten nagy kihívást jelenthet a növekvő költségek kezelése, beleértve az áramárakat és a környezetvédelmi előírásoknak való megfelelést. Az iparágon belül erős tendencia figyelhető meg az automatizálás és az energiahatékonyság növelésének irányába, de ez inkább a nagyobb vállalatok esetében jellemző. A kis- és középvállalatok igyekeznek lépést tartani, de számukra az energiatenzív működés és a modernizáció költségei nagyobb kihívást jelentenek. Az alábbi ábrán jól látható, hogy a kisebb mennyiséget őrölő malmok (éves szinten 10000 tonna alatti mennyiség) száma a 2013-as év óta folyamatosan csökken (Babaev, 2023). Ehhez kapcsolódóan a következő ábra a németországi malmok megszűlését szemlélteti méretosztály szerint.



8. ábra: A németországi malmok megoszlása méretosztály szerint (az őrlött mennyiség tonnában)

Forrás: BLE (2024) alapján saját szerkesztés

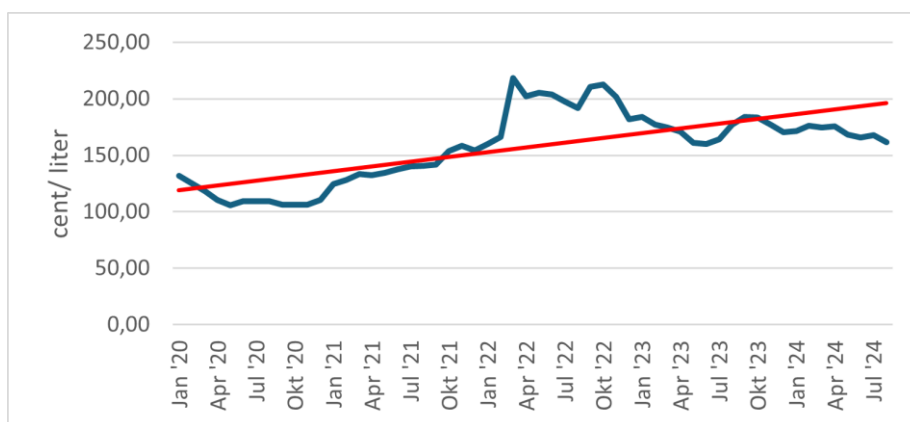
A gabonatermesztésben a mezőgazdasági üzemek főként gázolajat használnak, amely a mezőgazdasági gépek üzemeltetésének alapvető energiahordozója. Az üzemanyagok, köztük a gázolaj, kulcsszerepet játszanak a különböző mezőgazdasági tevékenységekben, mint például a talajművelés, vetés, aratás és szállítás (Eskandari, 2023).

Németországban a mezőgazdaság üzemanyag-felhasználása az elmúlt években változott, de a gázolaj továbbra is domináló energiahordozónak számít. Az EU statisztikái szerint a mezőgazdaság energiafelhasználásának jelentős része származik fosszilis üzemanyagokból, amelyek közül a gázolaj a legfontosabb. A 2021-es évben a mezőgazdaság közvetlen energiafelhasználásának mintegy 88%-át szénhidrogének, például gázolaj és benzin tette ki (Fuchs et al., 2022). A gabonatermesztés különböző fázisaiban, mint a vetés és az aratás, az üzemanyagok felhasználása területenként eltérő lehet, de általában jelentős mennyiségben használják őket. A gazdálkodók szembesülnek a gázolaj árának emelkedésével, amely a mezőgazdasági költségeik növekedését vonja maga után. A gázolaj támogatások (például az adókedvezmények) kulcsszerepet játszanak a gazdálkodók gazdasági helyzetének fenntartásában. Ezek eltörlése vagy csökkentése aggasztja a mezőgazdasági szektort (Bundesamt, 2023). Az elmúlt tíz évben Németországban a dízelárak alakulása jelentős ingadozást mutatott. Nagyon függött a globális olajáraktól, valamint az energiaválságok és gazdasági események hatásaitól. A 2016-os évben az árak csökkentek a korábbi évekhez képest, átlagosan 1,2 USD/liter körül mozogtak, amit a globális olajárak átmeneti visszaesése magyarázott. Az árak ezt követően emelkedtek, majd 2022-ben rekordmagas értéket értek el, meghaladva a 2,3 eurót literenként az orosz-ukrán konfliktus és az ellátási lánc problémái miatt (Statista, 2024c). Jelenleg a dízel ára Németországban 1,56 euró körül mozog (2024 októberében), ami az energiaárak stabilizálódására utal a korábbi extrém kilengésekhez képest (Statista, 2024c). Az árak azonban továbbra is magasabbak, mint a globális átlag, amit részben a német adórendszer és az energiapolitikai döntések magyaráznak (Bundesamt, 2023).

A németországi gázolajárak alakulását több tényező befolyásolja, és az áram ára is jelentős hatással van rá. Az energiaárak emelkedése, különösen a gáz és az elektromos áram, közvetlenül befolyásolja a gázolaj iránti keresletet és az árakat. Például, amikor az áram ára emelkedik, a mezőgazdasági és ipari

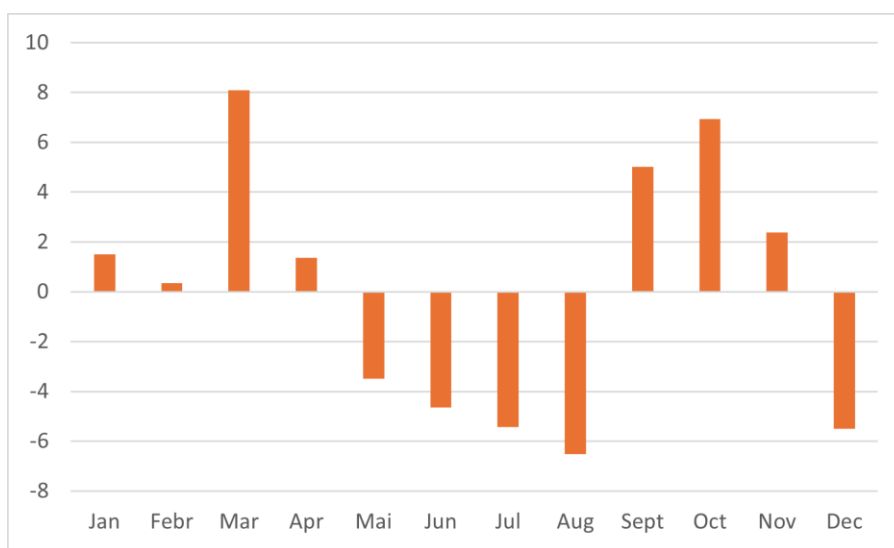
szektorok, amelyek gázolajat használnak, magasabb költségekkel szembesülnek, ami végső soron a termelési költségek növekedéséhez vezethet. Ezáltal a gázolaj iránti kereslet és ára is emelkedhet. Továbbá a globális energiaárak, mint például a nyersolaj és a földgáz ára, szoros összefüggésben állnak egymással. Az orosz-ukrán konfliktus, amely jelentős feszültséget okozott az energiaellátásban, szintén közvetlenül hozzájárult a gázolaj és az áram árának emelkedéséhez. A német gazdaság energiafüggősége és a szigorodó klímapolitikai célok is alakítják az árakat. Ez annak köszönhető, hogy a megújuló energiaforrások fokozottabb használata mellett a fosszilis tüzelőanyagok iránti kereslet továbbra is jelen van.

Az üzemanyagot finomító ipar jelentős mértékben függ az áram árának ingadozásától, mivel az áram alapvető energiaforrás a finomítási folyamatokhoz. A finomítók működése során szükséges energiát, amelyet különböző berendezések és gépek működtetéséhez használnak, általában villamos árammal biztosítják. Az áramárak emelkedése közvetlenül növeli a finomítók működési költségeit. Magasabb áramárak esetén a finomítók vagy kénytelenek árat emelni, hogy kompenzálják a megnövekedett költségeket, vagy csökkentik a termelést, ami hatással van a készletek és a piacok árainak alakulására is. A megújuló energiaforrások, mint például a nap- és szélenergia, egyre nagyobb szerepet kapnak az energiamixben. Az ezekből származó energia ára ingadozhat, ami szintén hatással van az üzemanyag finomítók költségeire és nyereségére. A német üzemanyag finomító ipar tehát szoros összefüggésben áll az áram árának ingadozásával, amely közvetlenül befolyásolja a termelési költségeket és a piaci árakat (Bundesamt, 2023). Következő lépésként a szerzők 2020 január és 2024 augusztus közötti időszak havi átlagos gázolaj árának alakulását vizsgálták meg a szezonális szempontjából. A havi, illetve a negyedéves szezonalitást egyaránt elemezték. Az árat leginkább befolyásoló tényezők közé tartoznak az olajárak globális ingadozásai, az energiaadók és szabályozások változásai, valamint a kereslet és kínálat szezonális dinamikája. A havi szezonális adatok azt mutatják, hogy a nyári hónapokban (májustól augusztusig) az alap növekedő trendhez képest az árak átlagosan 5 centtel alacsonyabban voltak literenként. Ez a nagymértékű napelem és szélenergia rendszereknek is betudható, hiszen a gázolaj ára az áram átváltozásának függvénye is. A téli hónapokban ezzel szemben a trend értékéhez képest az árban egy növekmény figyelhető meg. A legkiemelkedőbb hónap az október volt, ebben az időszakban átlagosan 7 centtel volt drágább literenként a gázolaj ára. A véletlen hatások tekintetében ebben az esetben is nagyon jól tükröződik az orosz-ukrán háború áremelő hatása, illetve a második COVID hullám árcsökkenő ereje. Ezen tények bizonyítására nyújtanak átfogó képet az alábbi ábrák.



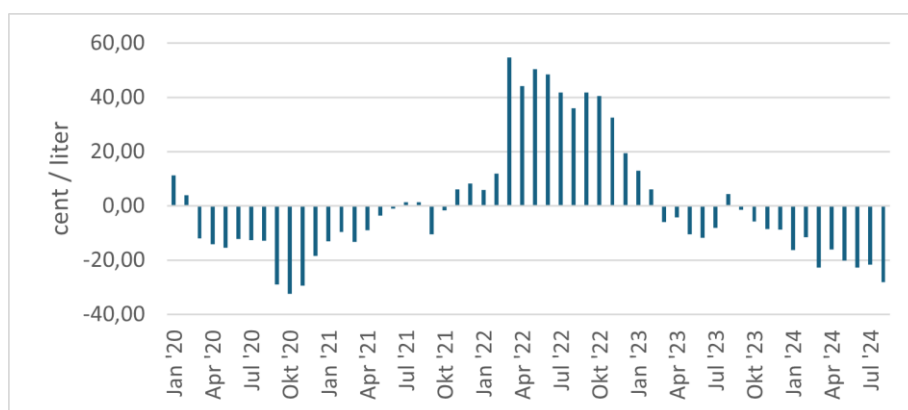
9. ábra: Egy liter gázolaj átlagos ára Németországban

Forrás: Statista (2024c) alapján saját szerkesztés



10. ábra: Számított szezonális változások (cent/liter)

Forrás: Statista (2024c) alapján saját számítás és szerkesztés

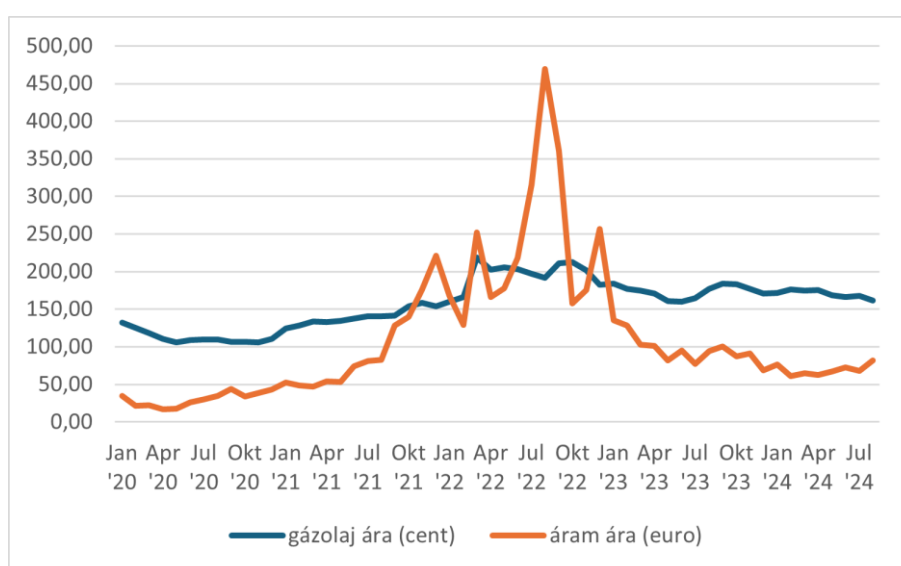


11. ábra: Véletlen hatások a gázolaj árában havi szezonális hatás esetén

Forrás: Statista (2024c) alapján saját számítás és szerkesztés

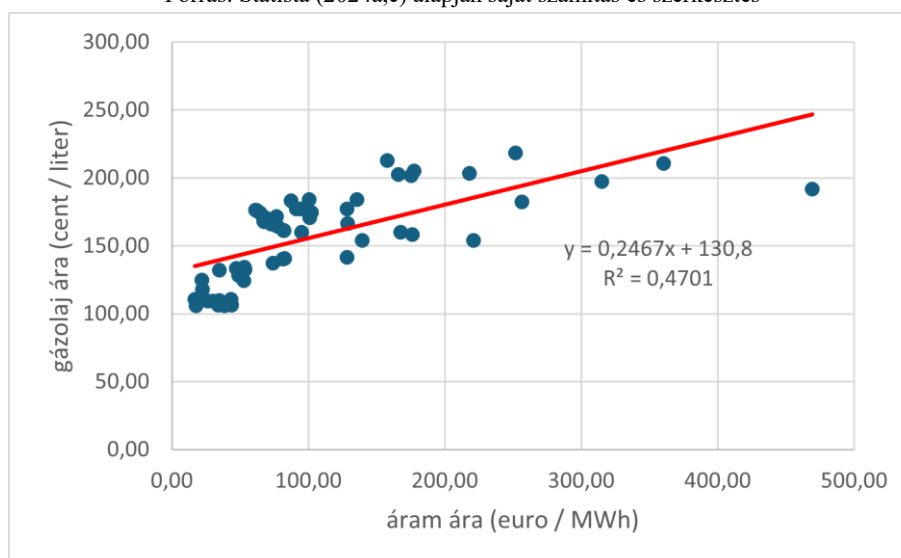
A negyedéves szezonális változások is hasonló eredményeket mutatnak. Negyedévente átlagosan 3,9 centtel nőtt a gázolaj ára a vizsgált időszakban. Ahogy a havi szezonális változásban is látszott, a második és különösen a harmadik negyedévben az átlagos árak jóval a trend értéke alatt vannak (13 centtel alacsonyabb). Ez részben a korábban már említett megújuló energiák nagyobb hozzáférhetőségére vezethető vissza. Azonban nyáron is megfigyelhetők bizonyos csúcsok, ami a közlekedési dízel iránti megnövekedett keresletre vezethető vissza, különösen a teherfuvarozásban és mezőgazdaságban. Valamint a nyári hónapokban a finomítók karbantartásai is szűkíthetik a kínálatot, ami szintén hozzájárul az árak emelkedéséhez. Ugyanakkor a téli hónapokban, vagyis az első és negyedik negyedévben bőven a trend értékét meghaladó szezonális változás jellemző. Az első negyedévben átlagosan 6,88 centtel, a negyedik negyedévben pedig 5,01 centtel magasabb egy liter gázolaj ára. A hidegebb hónapokban nő a fűtési célú olajtermékek, például a dízelhez hasonló tüzelőanyagok kereslete, ami felhajtja az árakat. Ezt tovább erősítik a logisztikai kihívások, például a téli szállítási nehézségek is. Németországban továbbá 2021-ben bevezették a CO₂-adót, amely 25 eurót tett ki tonnánként. Ez közvetlenül növelte a dízel és más fosszilis üzemanyagok árát. Ahogy korábban említésre került, a gázolaj ára részben függ az áram árának

ingadozásától. A köztük lévő kapcsolat nem közvetlen, de vannak összefüggések, amelyek különböző gazdasági és technológiai tényezőkből fakadnak. Az áram ára jelentős mértékben függ a fosszilis tüzelőanyagok árától, különösen a földgázétól. Amikor a földgáz ára emelkedik, az áram ára is nőhet, és mivel a dízelárak is összefüggnek a globális fosszilis tüzelőanyag-piaccal, közvetett hatás figyelhető meg. A dízel előállítása energiaigényes folyamat, amely gyakran villamos energiát használ. Ha az áram ára növekszik, az emelheti a finomítók működési költségeit, ami hozzájárulhat a gázolaj árának emelkedéséhez (Budesamt, 2024; Kendziorski et al., 2024). Ha összevetjük a vizsgált időszakban a két termék árának görbéjét, láthatóvá válik, hogy van összefüggés a haladásuk ütemében. Ugyanakkor az orosz-ukrán háború az áram árára sokkal nagyobb hatást gyakorolt. Korrelációs kapcsolat elemzésével egy közepesen erős összefüggés mutatható ki az áram és a gázolaj ára között. A számított determinációs együttható szerint az áram ára 47%-ban magyarázza a gázolaj árának varianciáját. Ezen tények alátámasztása érdekében az alábbi ábrák nyújtanak magyarázatot az olvasó számára.



12. ábra: Az áram, valamint a gázolaj árának alakulása

Forrás: Statista (2024a,c) alapján saját számítás és szerkesztés



13. ábra: Az áram és a gázolaj közötti kapcsolat

Forrás: Statista (2024a, c) alapján saját számítás és szerkesztés

5. Következtetések

A tanulmány eredményei egyértelműen rámutatnak, hogy az energiahordozók – különösen az elektromos áram és a fosszilis üzemanyagok – nem csupán költségtényezők, hanem meghatározó kockázati elemei a kenyérgyártás ellátási láncának. A vizsgált időszak tapasztalatai azt mutatják, hogy az energiaárak ingadozása, a megújuló források időjárásfüggése és a geopolitikai események jelentős ellátásbiztonsági és tervezhetőségi bizonytalanságot idéznek elő. Mindez közvetlenül befolyásolja a gyártási költségeket, továbbgyűrűzik az alapanyag-ellátásba, és végső soron érezhetően megjelenik a fogyasztói árakban is.

Az energiaárak módosulása ugyanakkor egy több lépésből álló hatásmechanizmust indít el a teljes kenyéripari értékláncban. Az emelkedő energiaárak először a termelési folyamatok közvetlen költségeit növelik, különösen az energiaintenzív szakaszok – dagasztás, kelesztés és sütés – esetében. A magasabb előállítási költségek ezt követően beépülnek a fogyasztói árakba, ami a kenyér végső árának emelkedését eredményezi. A fogyasztók árérzékenysége miatt ez a változás a kereslet szerkezetére is hatással van: egyes termékcsoportok iránti kereslet csökkenhet, míg a gyártók kénytelenek a piaci alkalmazkodás különböző formáit alkalmazni, például hatékonyságnövelő beruházásokkal, alternatív energiaforrások bevonásával vagy termékportfólió átalakításával reagálni. Ez a láncolat egyértelműen mutatja, hogy az energiaárak változása nem csupán közvetlen költséghatás, hanem a piaci működés egészére kiható folyamat.

A gyakorlati következmények szempontjából a kutatás több olyan irányt jelöl ki, amelyekkel a kenyérgyártás szereplői kézzelfogható módon növelhetik az ellátási lánc ellenállóképességét:

1. Energiadiverzifikáció és hosszú távú energiabeszerezési stratégiák kialakítása.

A megújuló források bevonása mellett fontos a függőség csökkentése egyetlen nemzetközi piactól vagy energiahordozótól. A több lábon álló energiamix csökkenti a geopolitikai kitettséget és kiszámíthatóbb költségkörnyezetet teremt.

2. Hálózati és tárolási infrastruktúra fejlesztése.

A megújulók ingadozását csak akkor lehet kezelhető szintre csökkenteni, ha a vállalatok és az ellátási lánc szereplői fejlesztik az energiatárolást (akkumulátorok, hidrogén), valamint a termelés és fogyasztás közötti áramátviteli kapacitásokat.

3. Rugalmas termelési és energiahatékonysági megoldások alkalmazása.

A modern, energiatakarékos gépek és folyamatoptimalizálási technológiák (pl. intelligens hálózati integráció, időzített termelés) nemcsak költségcsökkentést jelentenek, hanem olyan rugalmasságot is, amely a jövőbeli áringadozások és ellátási zavarok hatását mérsékli.

4. Kockázatkezelési rendszerek megerősítése.

A gyártóknak fel kell készülniük az időjárási szélsőségek és az energiaellátási zavarok által okozott megakadásokra. A készletgazdálkodás, alternatív beszállítók bevonása, valamint a logisztikai folyamatok rugalmassá tétele közvetlenül növeli az üzemek működési biztonságát.

5. Szabályozási és támogatási lehetőségek aktív kihasználása.

Az energiahatékonysághoz, megújuló beruházásokhoz vagy hálózati fejlesztésekhez nyújtott kedvezmények és állami programok igénybevétele rövid és középtávon is jelentős költségteher-csökkentést eredményezhet.

6. Céltott energiahatékonysági fejlesztések bevezetése.

A kenyéripari üzemek számára különösen hatékony lépés lehet a hővisszanyerő rendszerek alkalmazása, az elektromos motorok korszerűsítése, valamint a sütőkemencék optimalizált hőszabályozása. Ezek a fejlesztések nemcsak az energiafelhasználás mértékét csökkentik, hanem közvetlenül mérséklék a termelési költségeket is.

7. Alternatív energiamodellek alkalmazása.

A megújuló alapú helyi energiatermelés – például napelemek, kisebb szélgenerátorok vagy hőszivattyús rendszerek – integrálása növeli a gyártók energiafüggetlenségét. A mikrohálózatokba való bekapcsolódás vagy az energiatárolási megoldások (akkumulátoros rendszerek, hidrogéntárolás) alkalmazása tovább erősíti az ellátásbiztonságot.

8. Kockázatsökkentő beszerzési és szerződéses stratégiák kialakítása.

A hosszú távú energiaszerződések (PPA-k), az árvolatilitás elleni fedezeti ügyletek, vagy a több szolgáltatóval való együttműködés olyan eszközök, amelyek csökkenthetik a gyártók kitétséget a hirtelen energiaár-ingadozásokkal szemben. A rugalmas beszerzési struktúrák lehetővé teszik, hogy a vállalatok gyorsan reagáljanak a piaci környezet változásaira.

A tanulmány tehát rávilágít arra, hogy az energiahordozók szerepe a kenyérgyártás ellátási láncában többdimenziós és stratégiai jelentőségű. A jövőben az ágazat fenntarthatósága, versenyképessége és társadalmi szerepe nagymértékben azon múlik, hogy a szereplők mennyire tudják tudatosan és hosszú távon kezelni az energiaellátásból fakadó kockázatokat. Az ellátási lánc stabilizálása és az energiahatékonyság növelése nemcsak gazdasági előny, hanem alapfeltétele az élelmiszerbiztonságnak és a fogyasztói árak kordában tartásának is.

Felhasznált irodalom

AGEB. Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2023. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2024/05/AGEB_Jahresbericht2023_20240529_dt.pdf

Ahamer, G. Cost of energy infrastructure in Europe and Austria: electricity, gas, oil, and heat. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 2021, vol. 20., no. 2-4., pp. 167-193.

Andor, A. M., Frondel, M., Vance, C. Germany's Energiewende: A Tale of Increasing Costs and Decreasing Willingness-To-Pay. *The Energy Journal*, 2017, vol. 38., no. 1., pp. 1-34.

Arab, H., Taha, A. Germany's Investment in the Renewable Energy. *Academic Journal of Nawroz University*, 2017, vol. 6., no. 3., pp. 21-25.

Arowosegbe, B. O., Olutimehin, O. D., Odunaiya, G. O., Soyombo, T. O. Risk Management in Global Supply Chains: Addressing Vulnerabilities in Shipping and Logistics. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 2024, vol. 6., no. 3., pp. 910-922.

Babaev, I. The Main Factors of Influence on the Competitiveness of Products of Enterprises of the Flour Industry. *Management*, 2023, vol. 36., no. 2., pp. 25-33.

BDEW. BDEW-Strompreisanalyse Dezember 2024. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>

BLE. Struktur der Mühlenwirtschaft in Deutschland im Wirtschaftsjahr 2023/2024 [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Getreide-Getreideerzeugnisse/getreide-getreideerzeugnisse_node.html

BMUV. Atomkraftwerke in Deutschland – Abschaltung der noch betriebenen Reaktoren gemäß Atomgesetz (AtG). [online]. 2023. Hozzáférhető az interneten: <https://www.bmuv.de/media/atomkraftwerke-in-deutschland-abschaltung-der-noch-betriebenen-reaktoren-gemaess-atomgesetz-atg>

BMWK. Bundesrat verabschiedet Gesetzentwurf zur Änderung des LNG-Beschleunigungsgesetzes. [online]. 2023. Hozzáférhető az interneten: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/07/20230707-bundesrat-verabschiedet-gesetzentwurf-zur-aenderung-des-lng-beschleunigungsgesetzes.html>

BMWK. Neues Klimaschutzgesetz – Bundesregierung setzt sich ambitioniertere ziele. [online]. 2021. Hozzáférhető az interneten: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Infografiken/Schlaglichter/2021/10/neues-klimaschutzgesetz-download.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Bundesamt. Prices – Data on energy price trends. [online]. 2023. Hozzáférhető az interneten: https://www.destatis.de/EN/Themes/Economy/Prices/Publications/Downloads-Energy-Price-Trends/energy-price-trends-pdf-5619002.pdf?__blob=publicationFile

Bundesamt. Fuel prices on the rise: supergrade petrol +25% and diesel +20% in April 2021 year on year. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: https://www.destatis.de/EN/Press/2021/05/PE21_N034_51.html

Bundeskartellamt. Monitoringbericht 2023. Bonn: Bundeskartellamt. 2023, p. 320.

Bundesnetzagentur. Evaluation of last year – The electricity market in 2021. [online]. 2022. Hozzáférhető az interneten: <https://www.smard.de/page/en/topic-article/5892/206870>

Bundesnetzagentur. Kohleausstieg. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Kohleausstieg/start.html>

Bundesregierung. Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. [online]. 2023. Hozzáférhető az interneten: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972>

Cauvain, P. S. Introduction and overview to breadmaking. In *Breadmaking*. 2020, pp. 1-30.

Damayanti, S. E. Risk Management: In an Overview of Literature Review. *Formosa Journal of Science and Technology*, 2023, vol. 2., no. 4., pp. 1115-1122.

- Das, R., Tiwari, K. B., García-Vaquero, M.** The Fundamentals of Bread Making: The Science of Bread. In *Traditional European Breads*. 2023, pp. 1-40.
- Dragasevic, Z., Milovic, N., Djurisc, V., Backovic, T.** Analyzing the factors influencing the formation of the price of electricity in the deregulated markets of developing countries. *Energy Reports*, 2021, vol. 7., no. 5., pp. 937-949.
- Dziki, D.** The Latest Innovations in Wheat Flour Milling: A Review. *Agricultural Engineering*, 2023, vol. 27., no. 1., pp. 147-162.
- Eskandari, H.** Contribution of Production Inputs to Energy Consumption in Wheat Production System for Providing a Solution to Improve Energy Consumption. *Iranian Journal of Energy and Environment*, 2023, vol. 14., no. 1., pp. 53-57.
- Fink, A., A., Klöckner, M., Räder, T., Wagner, M. S.** Supply chain management accelerators: Types, objectives, and key design features. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, 2022, vol. 164., no. 4., pp. 1-26.
- Fuchs, C., Meyer, D., Poehls, A.** Production and Economic Assessment of Synthetic Fuels in Agriculture—A Case Study from Northern Germany. *Energies*, 2022, vol. 15., no. 3., pp. 1-21.
- Graevenitz, V. K., Rottner, E.** Energy Use Patterns in German Manufacturing from 2003 to 2017. *Journal of Economics and Statistics*, 2023, vol. 243., no. 3-4., pp. 319-354.
- Jafari, Y., Engemann, H., Heckelet, T., Hainsch, K.** National and Regional Economic Impacts of changes in Germany's electricity mix: A dynamic analysis through 2050. *Utilities Policy*, 2023, vol. 82.
- Jaswanth, C., SaiPradeep, K. A. V. L., Kishore, V. X., Amirtharajan, R., Pravinkumar, P.** Supply Chain Management in Manufacturing Industry using Internet of Thing. *2023 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 2023, pp. 1-5.
- Jesulagba, J. T., Andrea, D., Zakariyah, A. A., Obros, O., Abdulsalam, A.** Cost Evaluation of Bread Production from Composite of Wheat Flour and Corn Flour. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 2024, vol. 3., no. 1., pp. 190-201.
- John, B., Chhabda, K. P., Nihlani, A.** Risk Evaluation and Management Involved in Supply Chain Management. *Migration Letters*, 2023, vol. 20., no. 13., pp. 35-44.
- Katz, M.** *Grain Milling in Germany - Market Research Report (2014-2029)*. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: <https://www.ibisworld.com/germany/industry/grain-milling/718/>
- Kendziorski, M., Barner, L., Kemfert, C., Hirschhaussen, V. C., Wiebrow, E.** Electricity markets stabilized following the energy crisis; 80 percent renewable energy and coal phase-out by 2030 are possible. *DIW Weekly Report*, 2024, pp. 130-136.
- Kern, T., Ganz, K., Wasmeier, L.** *German electricity prices on the EPEX Spot exchange in 2022*. [online]. 2023. Hozzáférhető az interneten: <https://www.ffe.de/en/publications/german-electricity-prices-on-the-epex-spot-exchange-in-2022/>
- Koval, V.** State regulation of energy security in national economy. *Economics ecology socium*, 2018, vol. 2., no. 3., pp. 57-64.

- Krebs, T.** The Energy Crisis in Germany and the Design of a Resilient Energy System. *Forum New Economy Working Papers*, 2023, pp. 1-34.
- Lu, F. H., Ma, X., Ma, D. M.** Impacts of the COVID-19 pandemic on the energy sector* *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering)*, 2021., vol. 22., no. 12., pp. 941-956.
- Matke, C., Medjroubi, W., Sager, S.** Structure Analysis of the German Transmission Network Using the Open Source Model SciGRID. In *Advances in Energy System Optimization*. 2017, pp. 177-188.
- Meadows, D., Zapfel, P.** The EU Emissions Trading System. In *Towards a Climate-Neutral Europe*. 2019, pp. 66-94.
- Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., Torres-León, C., Hernández-Almanza, Y. A.** Technological and Nutritional Aspects of Bread Production: An Overview of Current Status and Future Challenges. *Foods*, 2024, vol. 13., no. 13., pp. 1-20.
- Mietton, L., Samson, F. M., Marlin, T., Godet, T., Nolleau, T., Guezenec, S., Second, D., Nidelet, T., Desclaux, D., Sicard, D.** Impact of Leavening Agent and Wheat Variety on Bread Organoleptic and Nutritional Quality. *Microorganisms*, 2022, vol. 10., no. 7., pp. 1-21.
- Mulder, S., Klein, S.** Techno-Economic Comparison of Electricity Storage Options in a Fully Renewable Energy System. *Energies*, 2024, vol. 17., no. 5., pp. 1-32.
- Muscalu, G., Voicu, G., Istudor, A.** Bread dough kneading process optimization in industrial environment, using a device for dough consistency control. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 2017, vol. 79., no. 3., pp. 225-236.
- Özçakmak, S.** A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 2019, vol. 11., no. 8., pp. 719-724.
- Pavlik, M., Beres, M., Hyseni, A., Petráš, J.** Statistical Analysis of Electricity Prices in Germany Using Benford's Law. *Energies*, 2024, vol. 17., no. 18., pp. 1-20.
- Puspitawati, N. I., Sunarti, Y., Sapurto, A. E., Suprihatin, Edahwati, L., Wulandarim D. V., Bibaroq, A. B.** Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) on Bread Bakery Production Process in Bunga Mawar Puti Bakery. *MATEC Web of Conferences*, 2022, vol. 372., no. 4., pp. 1-6.
- Reker, S., Schneider, J., Gerhards, C.** Integration of vertical solar power plants into a future German energy system. *Smart Energy*, 2022, vol. 7., no. 15., pp. 1-12.
- Rilling, B.** Synthetic natural gas in the private heating sector in Germany: match or mismatch between production costs and consumer willingness to pay? *Energy, Sustainability and Society*, 2024, vol. 14., no. 1., pp. 1-16.
- Rohde, C., Durand, A., Neusel, L., Barckhausen, A., Jensterle, M.** Energy efficiency networks: latest developments in Germany and in the world. *ECEEE Industrial Summer Study Proceedins*, 2020, pp. 23-33.

Scheller, F., Johanning, S., Seim, S., Schuchardt, K., Krone, J., Haberland, R., Bruckner, T. Legal Framework of Decentralized Energy Business Models in Germany: Challenges and Opportunities for Municipal Utilities. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 2018, vol. 42., no. 2., pp. 1-20.

Schlesewsky, L., Winter, S. Inequalities in Energy Transition: The Case of Network Charges in Germany. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2018, vol. 8., no. 6., pp. 102-113.

Shahbaz, S. M., Rasi, R. M. Z. R., Bin, F. M., Rehman, F. What is Supply Chain Risk Management? A Review. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 2017, vol. 23., no. 9., pp. 9233-9238.

Sheikh, A. M., Anjum, N., Saini, S. C., Sharma, M. Bakery Raw Materials and Quality Parameters. In *Bakery & Confectionery Technology*. 2023, pp. 11-32.

Solarin, A. S., Bello, M. Wind energy and sustainable electricity generation: evidence from Germany. *Environment Development and Sustainability*, 2021, vol. 24., pp. 9185-9198.

Statische Bundesamt. *Stromerzeugung 2023: 56 % aus erneuerbaren Energieträgern*. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/03/PD24_087_43312.html

Statista. *Average monthly electricity wholesale price in Germany from January 2019 to September 2024*. [online]. 2024a. Hozzáférhető az interneten: <https://www.statista.com/statistics/1267541/germany-monthly-wholesale-electricity-price/>

Statista. *Average price for a liter of diesel fuel in Germany from October 2020 to October 2024*. [online]. 2024c. Hozzáférhető az interneten: , <https://www.statista.com/statistics/1330032/diesel-average-price-germany/>

Statista. *Netzentgelte für Strom in Deutschland nach Kundengruppe von 2007 bis 2023*. [online]. 2024b. Hozzáférhető az interneten: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168548/umfrage/entwicklung-der-netzentgelte-nach-kundengruppe-seit-2006/>

Wettengel, J. *Higher than average precipitation drives up German hydropower generation*. [online]. 2024. Hozzáférhető az interneten: <https://www.cleanenergywire.org/news/higher-average-precipitation-drives-german-hydropower-generation>

World Economic Forum. *The Global Risks Report – 19th Edition – Insight Report*. Genova: World Economic Forum. 2024, p. 124. ISBN 978-2-940631-64-3.

Yang, X., Liu, Y., Thrän, D., Bezama, A. Effects of the German Renewable Energy Sources Act and environmental, social and economic factors on biogas plant adoption and agricultural land use change. *Energy, Sustainability and Society*, 2021, vol. 11., no. 1., pp. 1-22.

Тулупова, Е., Демидова, Т., Юсупова, Р. Some features of legal regulations in Germany. *The rule-of-law state theory and practice*, 2020, vol. 16., no. 3., pp. 100-107.