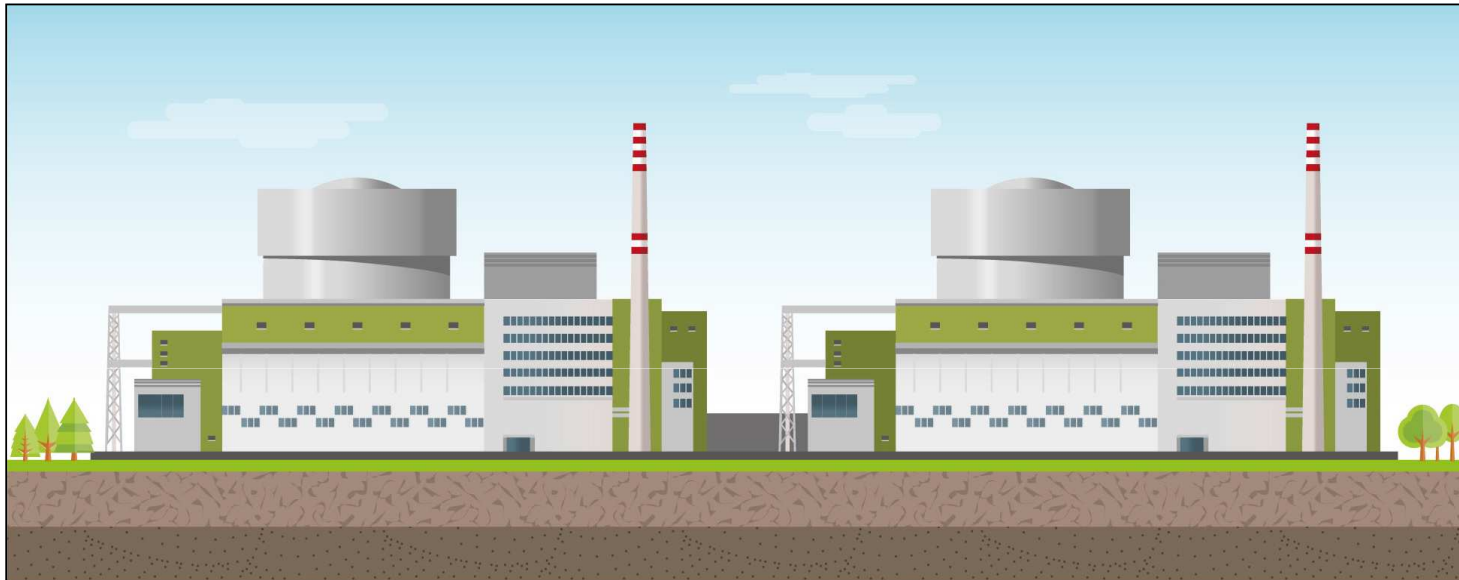




A Paks 2 projekt aktualitásai

Prof. Dr. Aszódi Attila

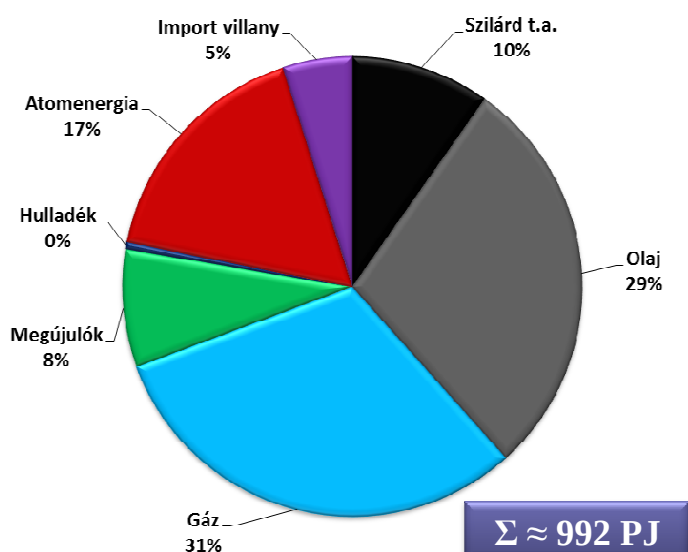
A Paksi Atomerőmű teljesítményének fenntartásáért felelős kormánybiztos, Miniszterelnökség
Egyetemi tanár, BME NTI

Energetikai Szakkollégium előadás
Budapest, 2017. március 30.

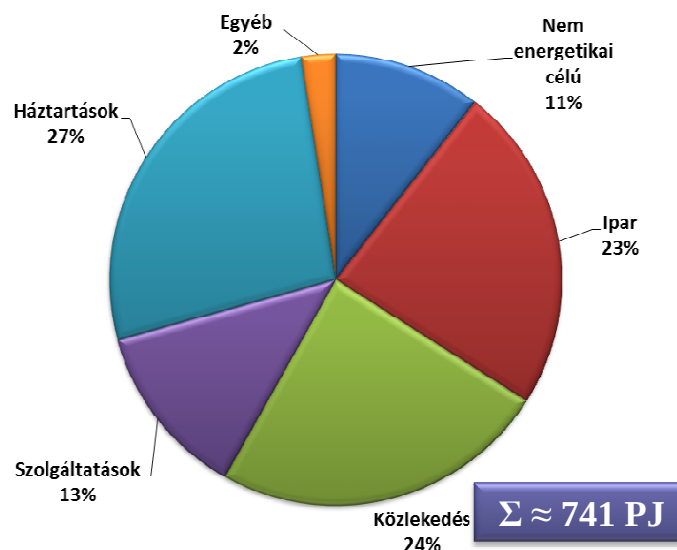
ENERGIAPOLITIKAI KITEKINTŐ

Primer és végső energiafogyasztás Magyarországon

A hazai primerenergia-fogyasztás megoszlása energiahordozók szerint 2015-ben



A hazai végsőenergia-fogyasztás megoszlása szektoronként 2015-ben



Adatok forrása: Eurostat, saját ábrázolás.

**Egyes felvetések szerint „Paks2 helyett inkább az épületeket kellene szigetelni...”.
Van-e műszaki alapja az ilyen felvetéseknek?**

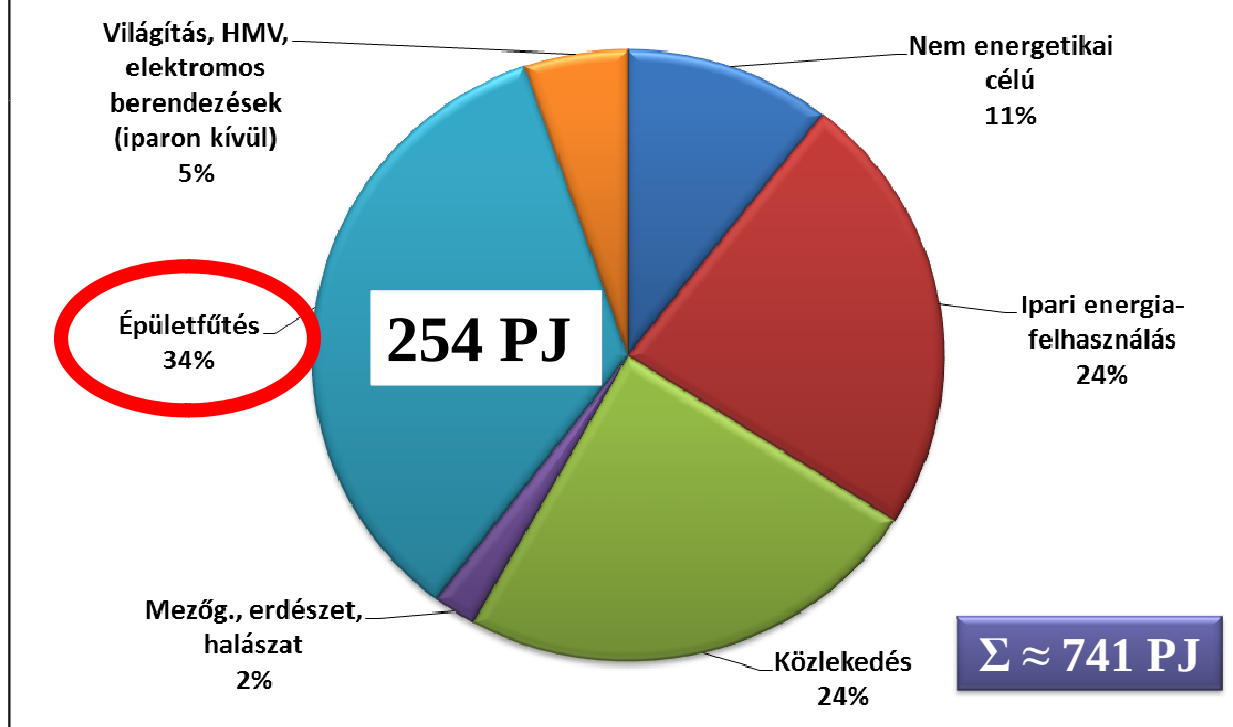
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

3

Végső energiafelhasználás a felhasználás célja szerint

A hazai végsőenergia-fogyasztás megoszlása felhasználási célok szerint 2015-ben



Adatok forrása: Eurostat, saját ábrázolás, az épületfűtésre és világítás, HMV-re saját becslés korábbi publikációk és iparági források alapján

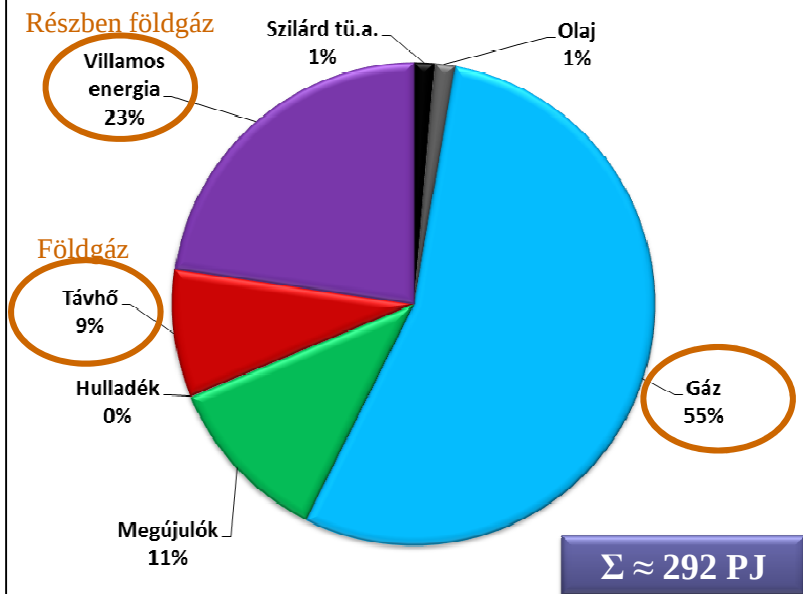
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

4

Az épületek végsőenergia-fogyasztása – milyen primerenergia-hordozót használunk fűtésre?

A szolgáltató szektor és a háztartások végsőenergia-fogyasztásának megoszlása energiahordozók szerint 2015-ben



Adatok forrása: Eurostat, saját ábrázolás.



Szigetelés,
nyílászárócseré, ...



Épületszigeteléssel ~75%-ban földgázt takarítunk meg!!!

Képek forrása: http://hataratkelo.blog.hu/2014/06/18/miert_ilyenek_az_angol_hazak, <http://ecobuilding.hu/hasznalt-csaladi-haz-kadarkocsa/>!, www.fgsz.hu,

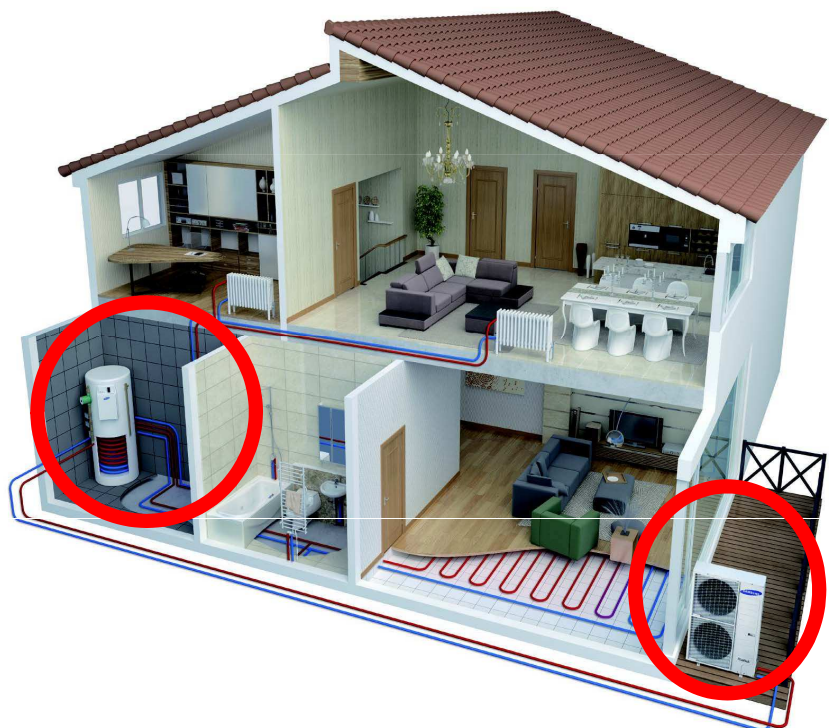
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

5

Új, modern házak: hőszivattyús fűtés és HMV-előállítás

- Komolyabb felújítás és új házak esetén: hőszivattyú
- Ehhez villany kell... és erőmű
- Nem csökkenti, hanem növeli az áramfelhasználást!



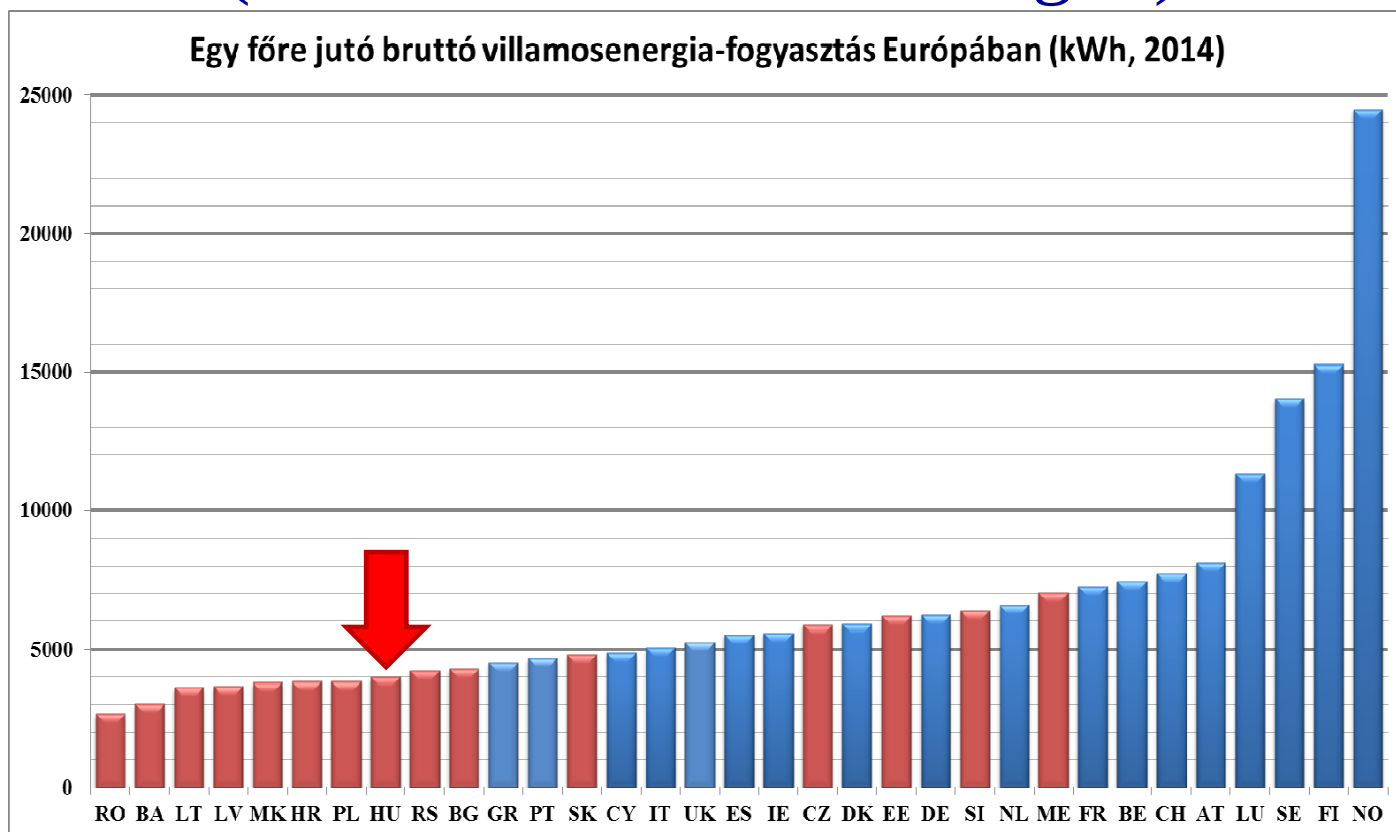
Source: <https://www.villanylap.hu/hirek/3909-tiz-even-beluel-5400-megawatt-uj-aramterel-kapacitast-kell-epiteni>, <https://www.napelemek-napkollektorok.hu/magazin/alternativ-futes/alternativ-futesi-rendszerek-a-hoszivattyu/>

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

6

Egy főre jutó villamosenergia-fogyasztás (vörös szín: KKE-i országok)

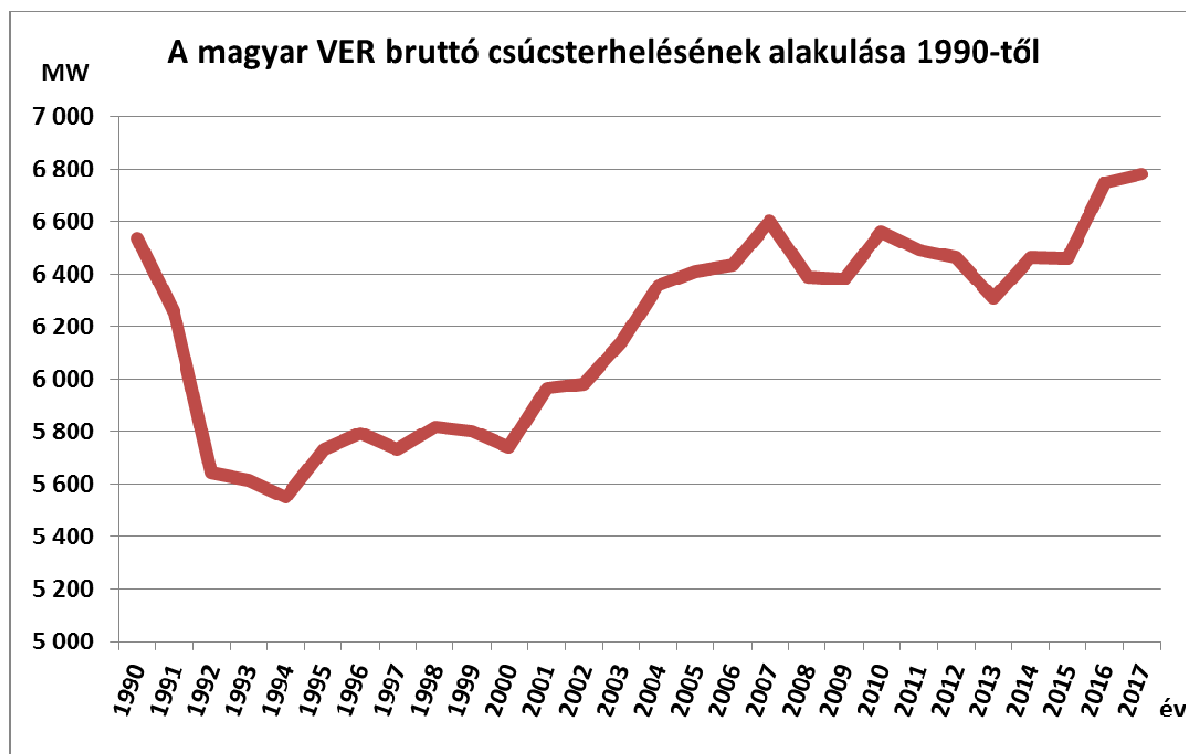


Forrás: ENTSO-E, Eurostat
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

7

Hazai csúcsterhelés alakulása

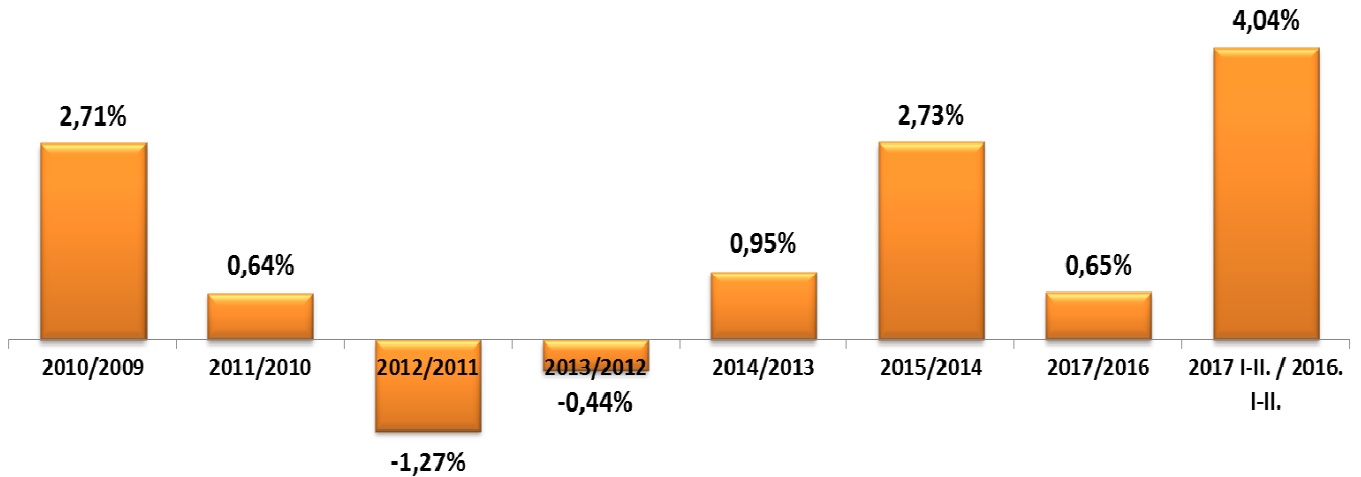


Adatok forrása: Mavir, saját ábrázolás

- Évi átlag: 50-70 MW növekedés
- 2030-ban: 7500-8000 MW
- Szükséges még: tartalékok a tervezett és nem tervezett leállásokra, rendszerirányításra

Hazai villamosenergia-fogyasztás alakulása

A VER összes felhasználásának (bruttó fogyasztás + erőművi önfogyasztás) változása az elmúlt években



Adatok forrása: MAVIR, saját ábrázolás

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

9

Mire számíthatunk villamosenergia-fogyasztás terén?

További növekedés várható:

- Az ipari szektor villanyfogyasztása

- Emberi munkaerő kiváltása gépekkel
 - dráguló munkaerő
 - egyre igényesebb, precízebb gyártástechnológiai igények
- Ipari termelés bővülése

- Szolgáltató szektor kiterjedése

- A lakosság életszínvonalának növekedésével

- Hőszivattyús fűtés és HMV-termelés
- Klímaberendezések
- Villanytűzhely, mosogatógépek, szárítógépek
- Hordozható ICT termékek
- Világítástechnika fejlődése
- Elektromosenergia-hatékonyság

- Az e-mobilitás terjedésével



Képek forrása: <http://www.mestermegintelligencia.hu/doc/iptar%20robotok.php>, http://www.rakomvite.hu/hu/tartalom/tartalom4250007_12_3/az-e-mobilitas-es-a-gazdasag-szerkeze/1-lecke-ipari-robotok-fejldesmeret-alkalmazasi-szemponok-szorit

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

10

Amire biztosan szükség van

- Ellátásbiztonság
 - Vet. Preambulum: az Országgyűlés {...} a **felhasználók biztonságos, zavartalan, megfelelő minőségű** {...} **ellátása** érdekében alkotja meg a törvényt.
 - Szükség van-e folyamatos és biztonságos villamosenergia-ellátásra?
 - Ha **igen**, alapvető természeti törvények (Kepler-, Newton-, Kirchhoff-törvények) nem hagyhatóak figyelmen kívül.
 - Indítható, időjárástól függetlenül működő erőművek szükségesek a terhelés fedezésére
- Alacsony CO₂-kibocsátás
 - Időjárásfüggő megújulóval nem érdemes CO₂-mentes zsinórtermelőt kiszorítani a rendszerből, mert azzal nő a CO₂-kibocsátás
- Rendszerszinten is **olcsó villamosenergia-szolgáltatás** a fogyasztók alapvető érdeke

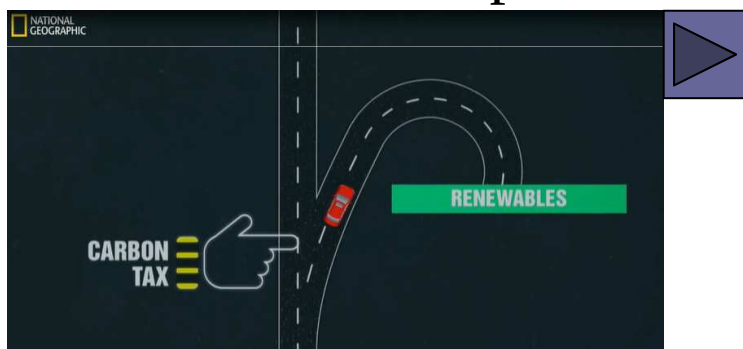


Képek forrása:
http://intellimeter.blog.hu/2012/12/19/zold_utat_kapott_a_mavir_tesztprojektje ; <http://inhabitat.com/supreme-court-freezes-obamas-plan-to-cut-co2-emissions/coal-fired-power-plant-2/>

KLÍMAVÉDELEM, DEKARBONIZÁCIÓ, MEGÚJULÓK

Klíímaváltozás elleni küzdelem

- ... és ahogy azt a mainstream média tálalja:
- Leonardo DiCaprio: Özönvíz előtt

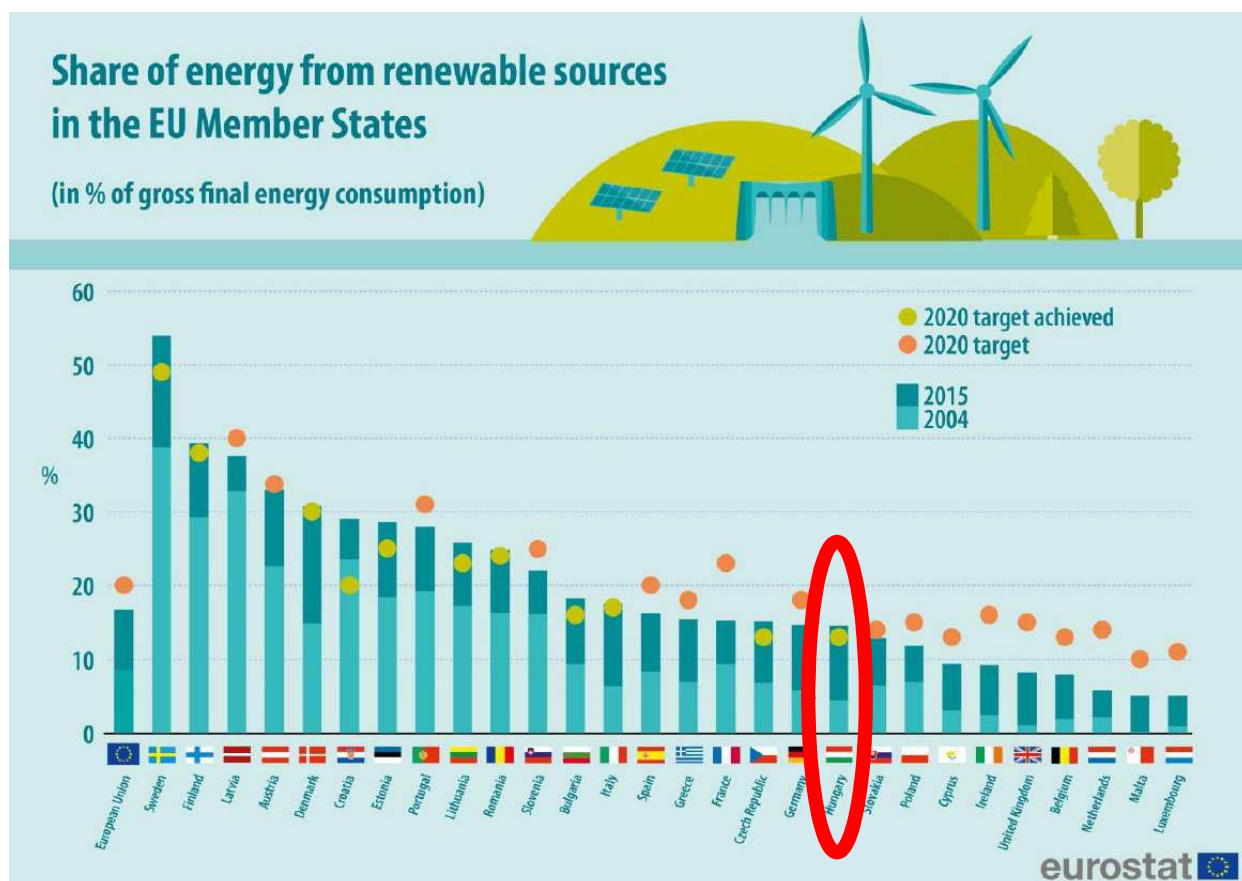


2017.03.31.

Prof. Dr. Aszódi Attila

13

Megújulók részaránya az Európai Unióban



Forrás: Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea>

2017.03.31.

Prof. Dr. Aszódi Attila

14

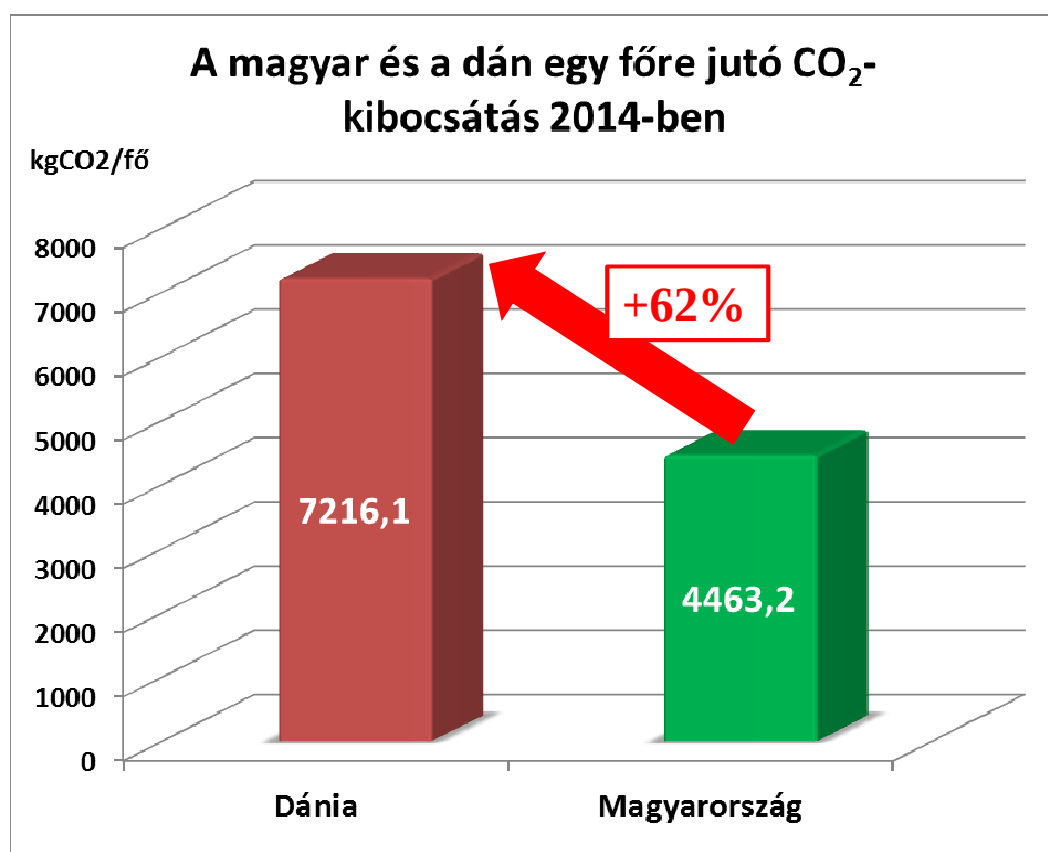
MI A HELYZET DÁNIÁBAN?

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

15

Egy főre jutó CO₂-kibocsátások



Forrás: COM (2016): EU energy in figures, Statistical pocketbook 2016, p. 168.

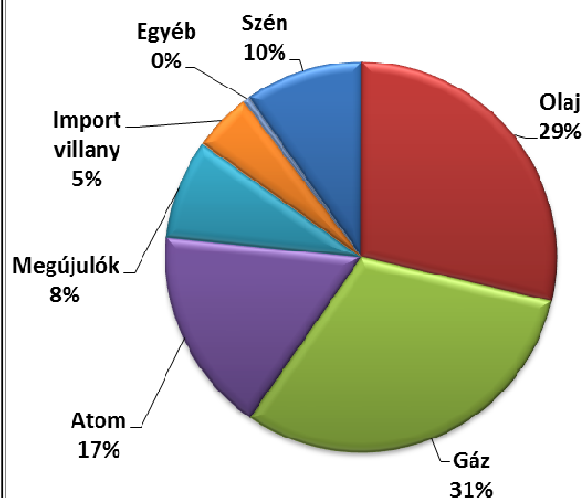
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

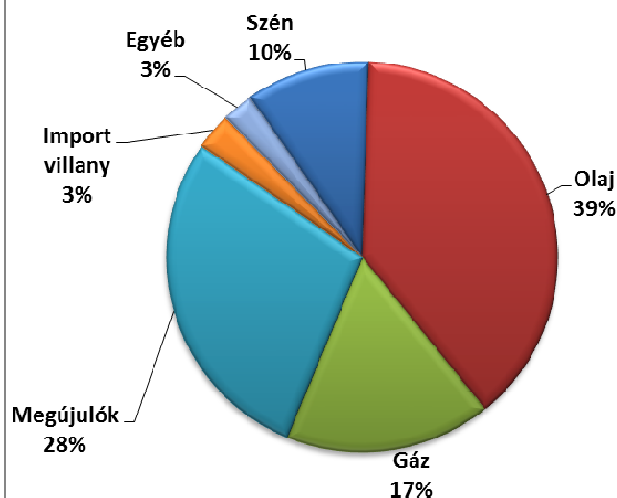
16

A magyar és a dán primerenergia-felhasználás 2015-ben

A MAGYAR primerenergia-felhasználás forrásai 2015-ben



A DÁN primerenergia-felhasználás forrásai 2015-ben



Forrás: Eurostat, saját ábrázolás

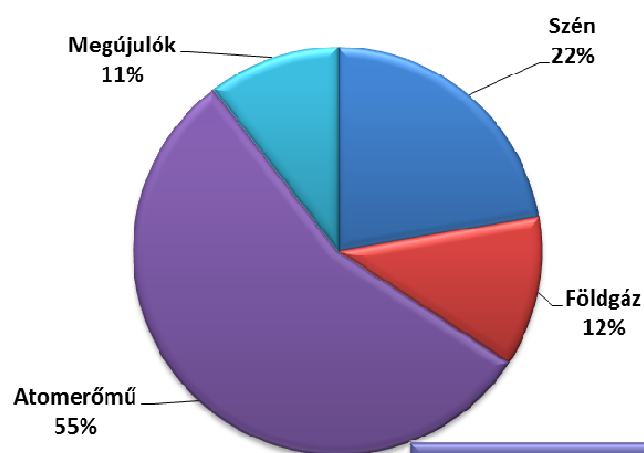
• Egy főre:

– magyar: 103 GJ/fő <<< dán: 124 GJ/fő

A magyar és a dán villamos energia termelési mix 2015-ben



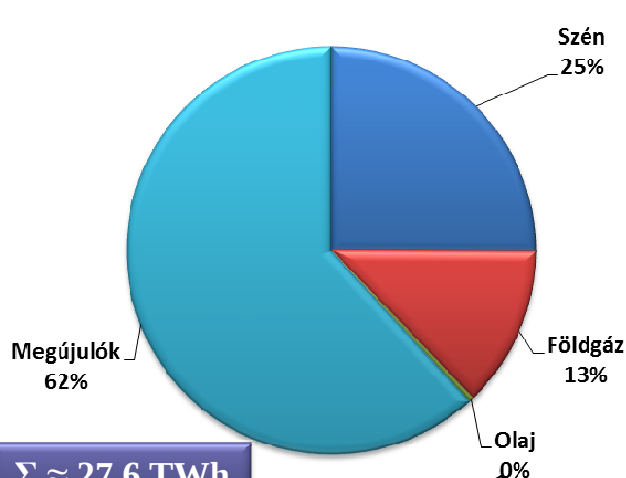
A MAGYAR nettó villamosenergia-termelés forrásai 2015-ben



$\Sigma \approx 27,1 \text{ TWh}$

$\Sigma \text{ Low-carbon: } 66\%$

A DÁN nettó villamosenergia-termelés forrásai 2015-ben



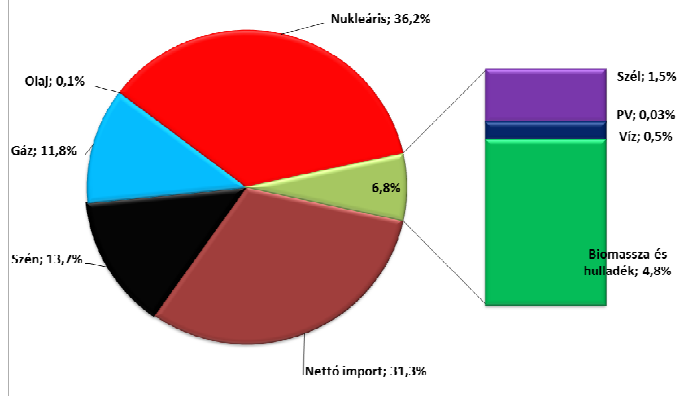
$\Sigma \approx 27,6 \text{ TWh}$

$\Sigma \text{ Low-carbon: } 62\%$

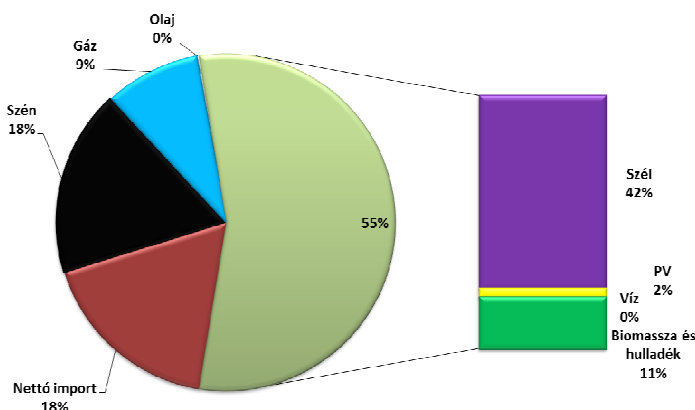
A magyar és a dán villamos energia fogyasztási mix 2015-ben



A teljes MAGYAR bruttó villamosenergia-felhasználás forrásai 2015-ben



A DÁN nettó villamosenergia-fogyasztás forrásai 2015-ben



Σ Low-carbon aránya a hazai termelésben: 66%

Σ Low-carbon aránya a hazai termelésben: 62%

Forrás: <http://www.energinet.dk/EN/KLIMA-OG-MILJOE/Miljoerapportering/Seneste-aars-noegletal/Sider/default.aspx>, MAVIR (2016): A magyar villamosenergia-rendszer adatai 2015, p. 23.

2017.03.31.

Prof. Dr. Aszódi Attila

19

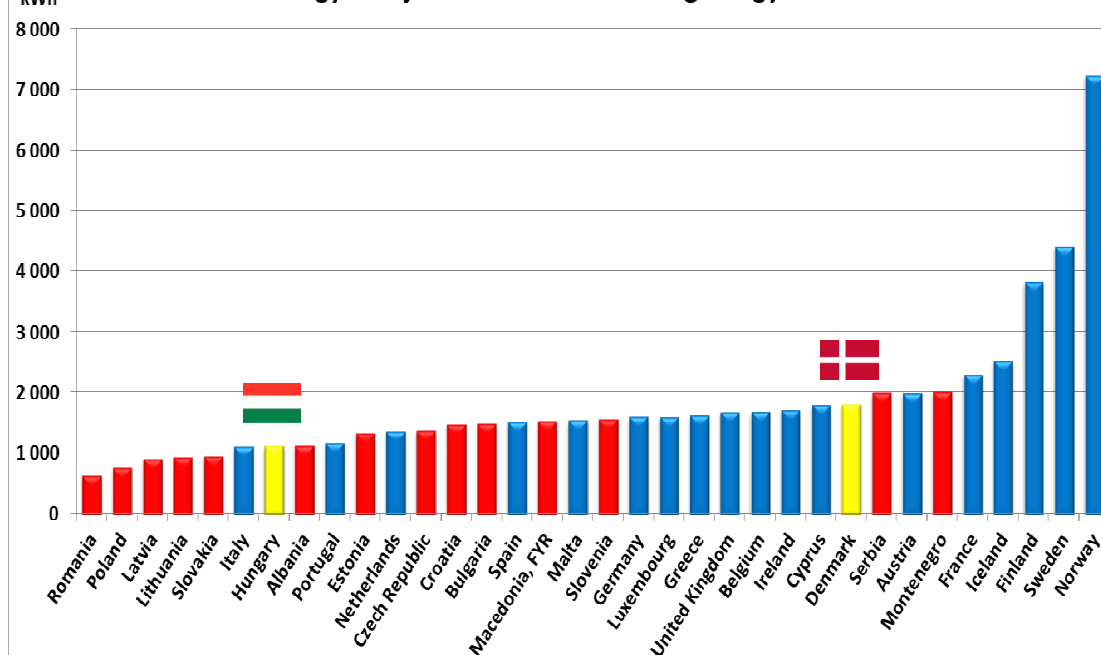
Háztartások egy főre jutó nettó villamosenergia-fogyasztása 2015-ben

Egy dán háztartás lakói fejenként

63,5%-kal

fogyasztanak több villamos energiát, mint egy magyar háztartás lakói...

Háztartások egy főre jutó nettó villamosenergia-fogyasztása 2015-ben



Forrás: Eurostat, saját ábrázolás

CEE-országok

Nyugat-európai országok

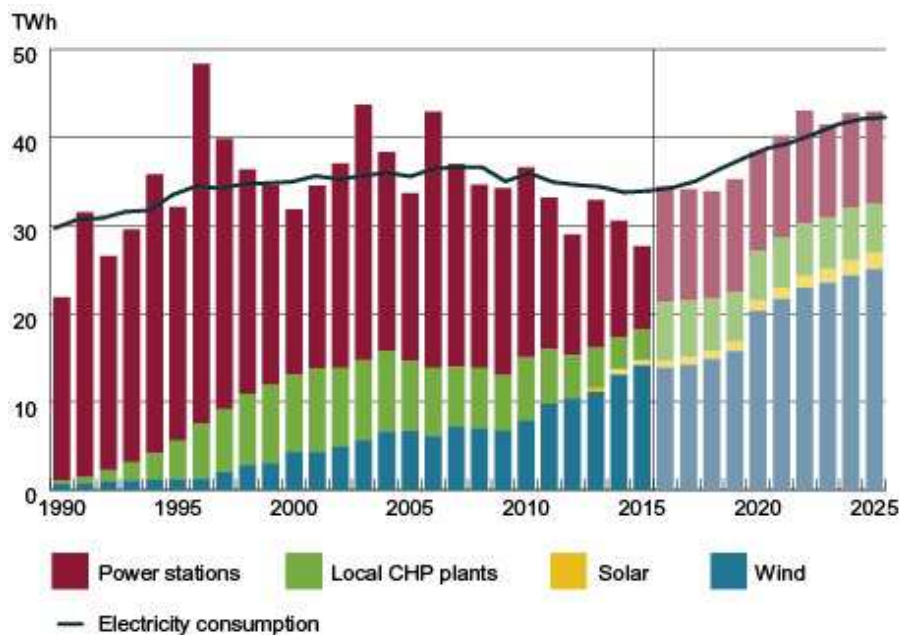
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

20

A dán villamosenergia-fogyasztás előrejelzése

- 2015-2025: **+23%**
- Okok:
 - Villanybojlerek
 - Hőszivattyúk
 - Elektromos autók
 - Adatközpontok



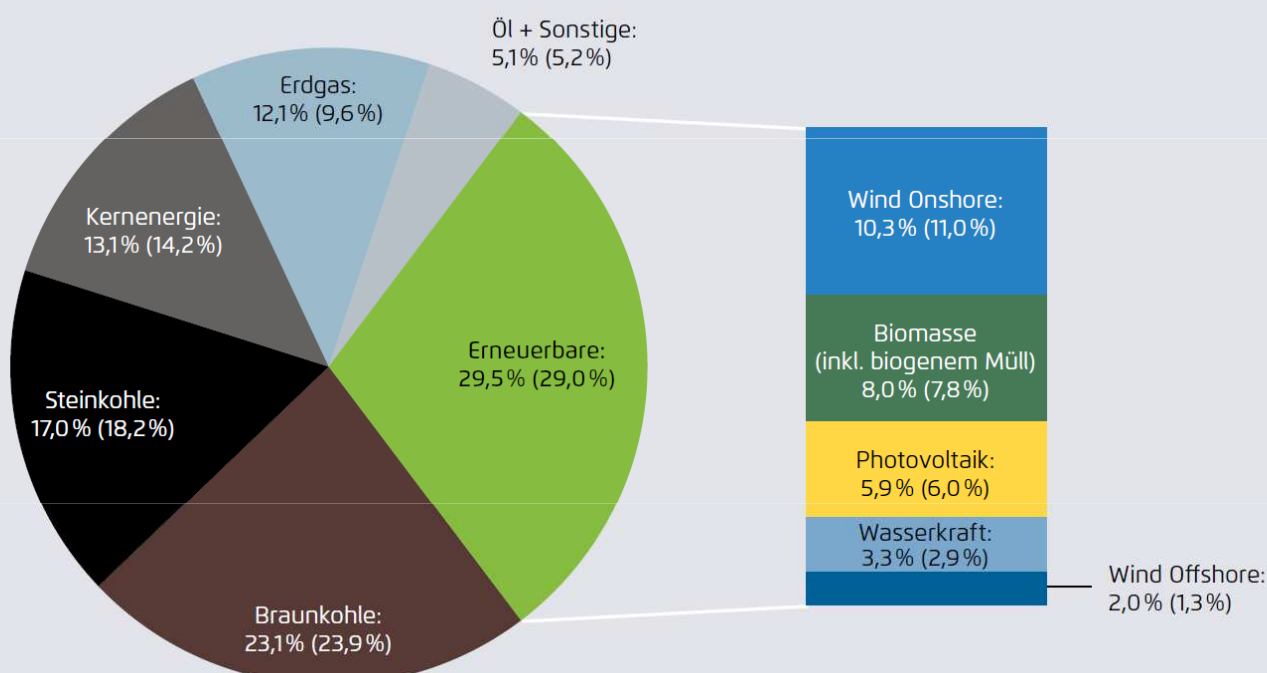
Forrás: <http://www.energinet.dk/EN/KLIMA-OG-MILJOE/Miljoerapportering/Sider/Forbrug-i-Danmark.aspx>

MI A HELYZET NÉMETORSZÁGBAN?

A német villamosenergia-termelés forrásai 2016-ban

Strommix des Jahres 2016 (Werte für 2015 in Klammern)

Abbildung 1

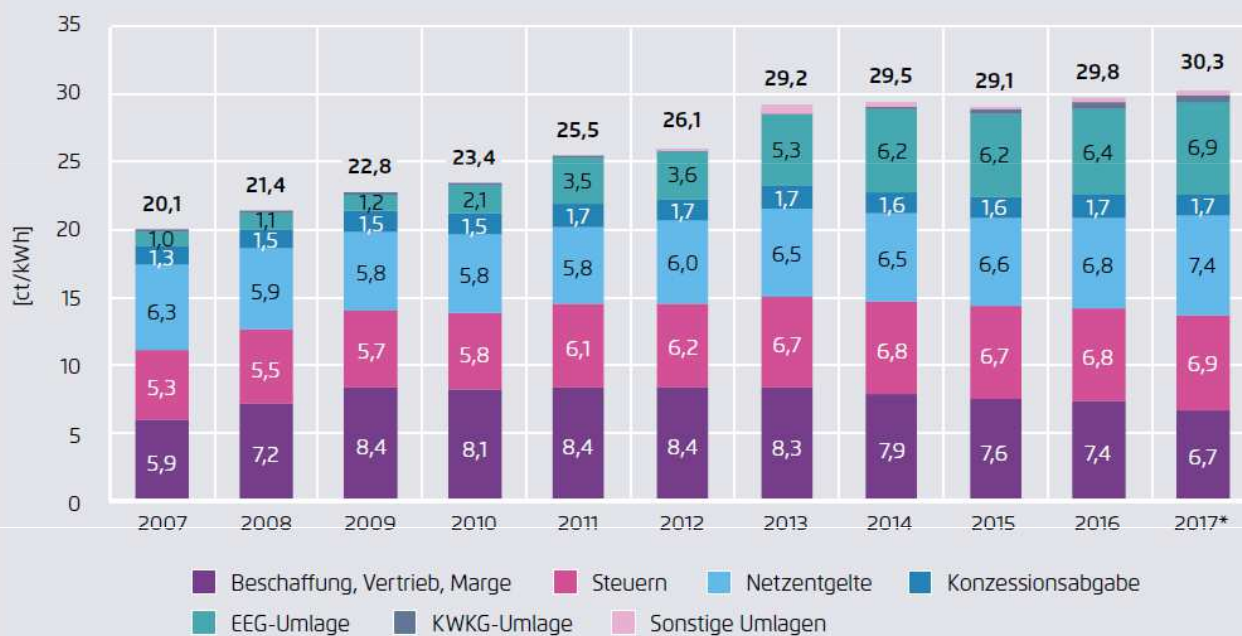


Forrás: Agora Energiewende: Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2016, p. 11.

A német lakossági villamosenergia-árak alakulása

Haushaltsstrompreise 2007–2017

Abbildung 23



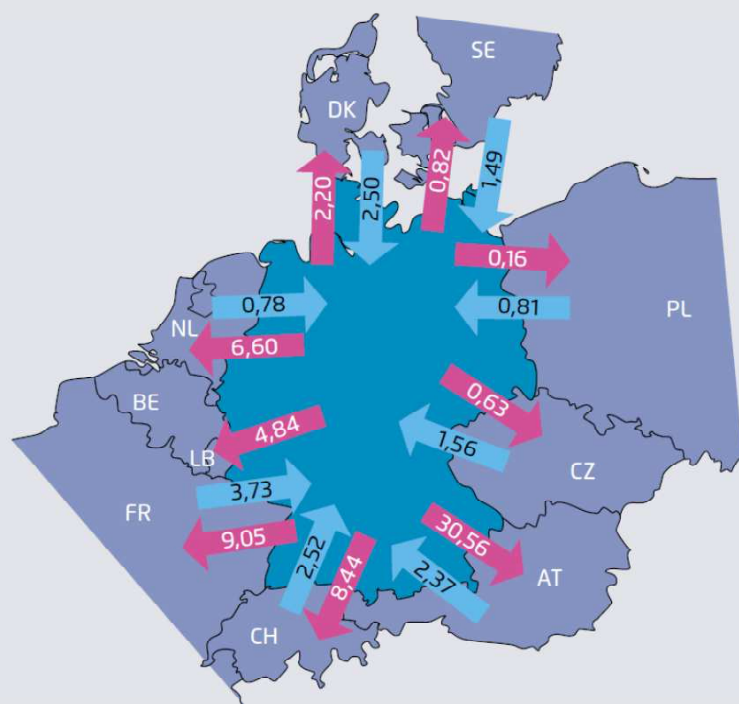
BNetzA 2016. *eigene Schätzung

Forrás: Agora Energiewende: Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2016, p. 31.

Német kereskedelmi villanyáramlások

Stromhandel mit Nachbarstaaten 2016

Abbildung 18



- Ez nem fizikai áramlás, hanem kereskedelmi
- AT-be 31TWh, CH-ba 8TWh megy, PL és CZ felé alig megy kereskedelmi villany (fizikai áramlás eltérő!)

Exporte: 63,3 TWh (2015: 97,8 TWh)
Importe: 15,8 TWh (2015: 36,9 TWh)
Saldo: 47,5 TWh (2015: 60,9 TWh)
Stromhandel in TWh

eigene Berechnung auf Basis von ENTSO-E 2016; es werden kommerzielle Stromhandelsflüsse dargestellt, keine physikalischen Stromflüsse

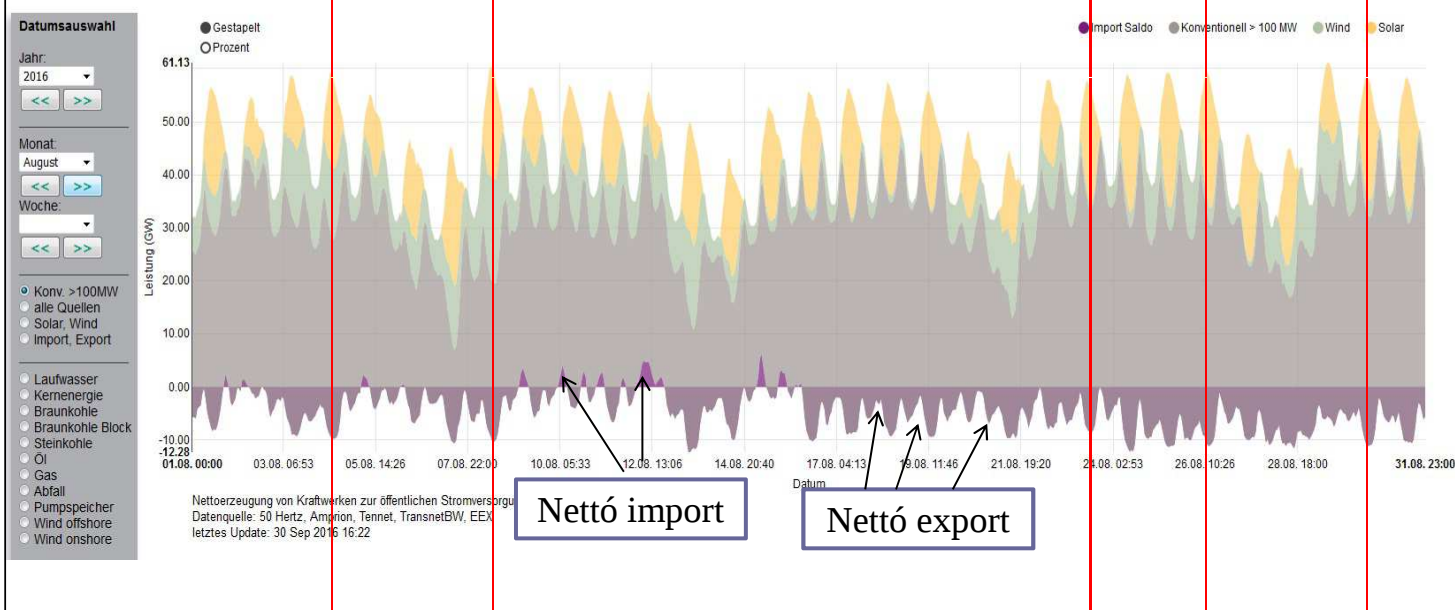
2017.03.01.

Prof. Dr. Aszódi Attila

25

Német villamosenergia-termelés 2016. aug. (konvencionális > 100MW)

Stromproduktion in Deutschland im August 2016



Forrás: www.energy-charts.de

2017.03.01.

Prof. Dr. Aszódi Attila

26

PAKS II PROJEKT

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

27

Előzmények és engedélyezési folyamatok

2008: OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

2009: OGY határozat a Parlament előzetes elvi hozzájárulásának megadásáról

2011: OGY határozat NES 2030

„f) kezdje meg az új atomerőművi kapacításokra vonatkozó döntés-előkészítő munkát. A szakmai, környezetvédelmi és társadalmi megalapozást követően a beruházás szükségességére, feltételeire, az erőmű típusára és telepítésére vonatkozó javaslatait kellő időben terjessze az Országgyűlés elé;”

„1. Az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulást ad az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján – összhangban a 2008–2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról szóló 40/2008. (IV. 17.) OGY határozat 12. f) pontjával –, a paksi atomerőmű telephelyén új blokk(ok) létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez.”

„k) végezze el a Paksi Atomerőmű telephelyén új atomerőművi kapacítások létesítésére vonatkozó döntés-előkészítő munkát, különös tekintettel annak költségvonzataira;”

Atom-Szén-Zöld forgatókönyv mint a NES által preferált Szenário tartalmazza: „az atomenergia hosszútávú fenntartását az energiamixben”

2017.03.30.

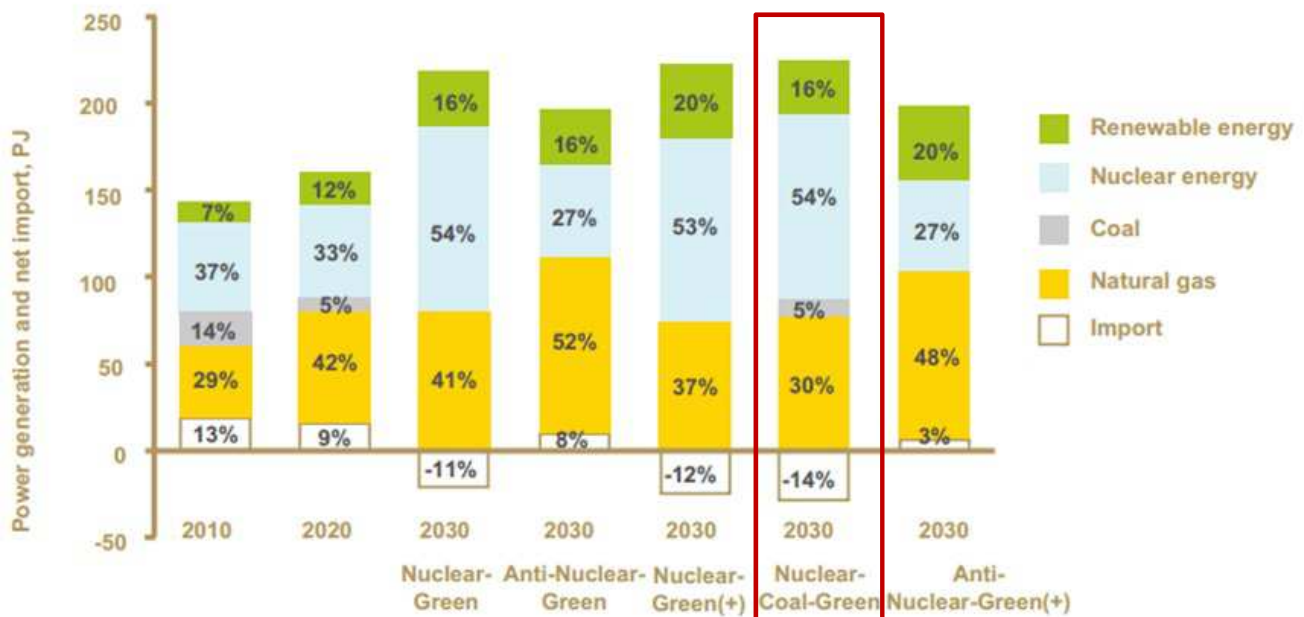
Prof. Dr. Aszódi Attila

28

Nemzeti Energiastratégia - 2030

- „Atom-zöld-szén” forgatókönyv

„az atomenergia hosszútávú fenntartása az energiamixben...”



Forrás: Nemzeti Energiastratégia 2030

Előzmények és engedélyezési folyamatok

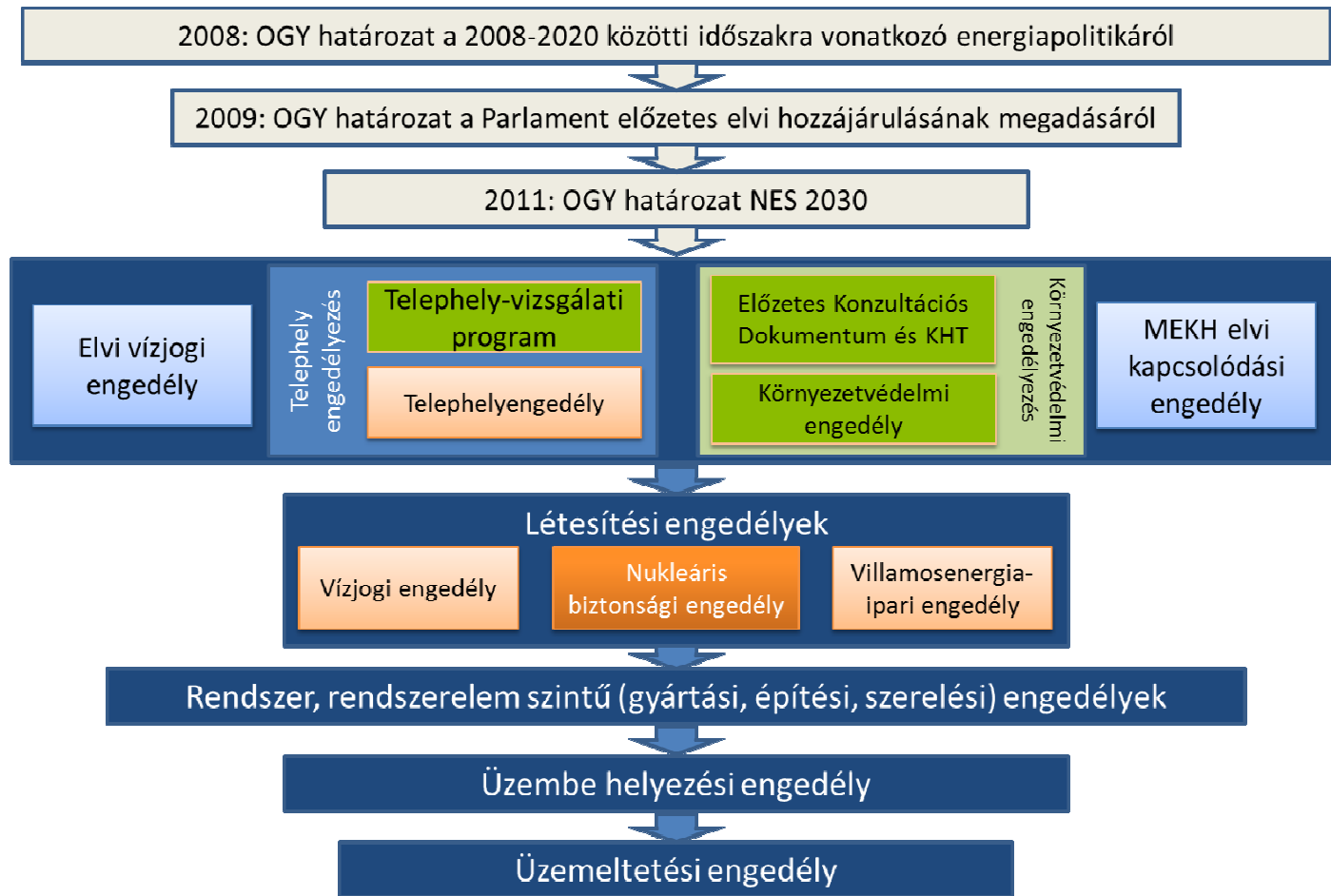
2008: OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

2009: OGY határozat a Parlament előzetes elvi hozzájárulásának megadásáról

2011: OGY határozat NES 2030

IGA / FIGA
és Parlament általi jóváhagyása
(2014. évi II. és XXIV. Tv)

Előzmények és engedélyezési folyamatok

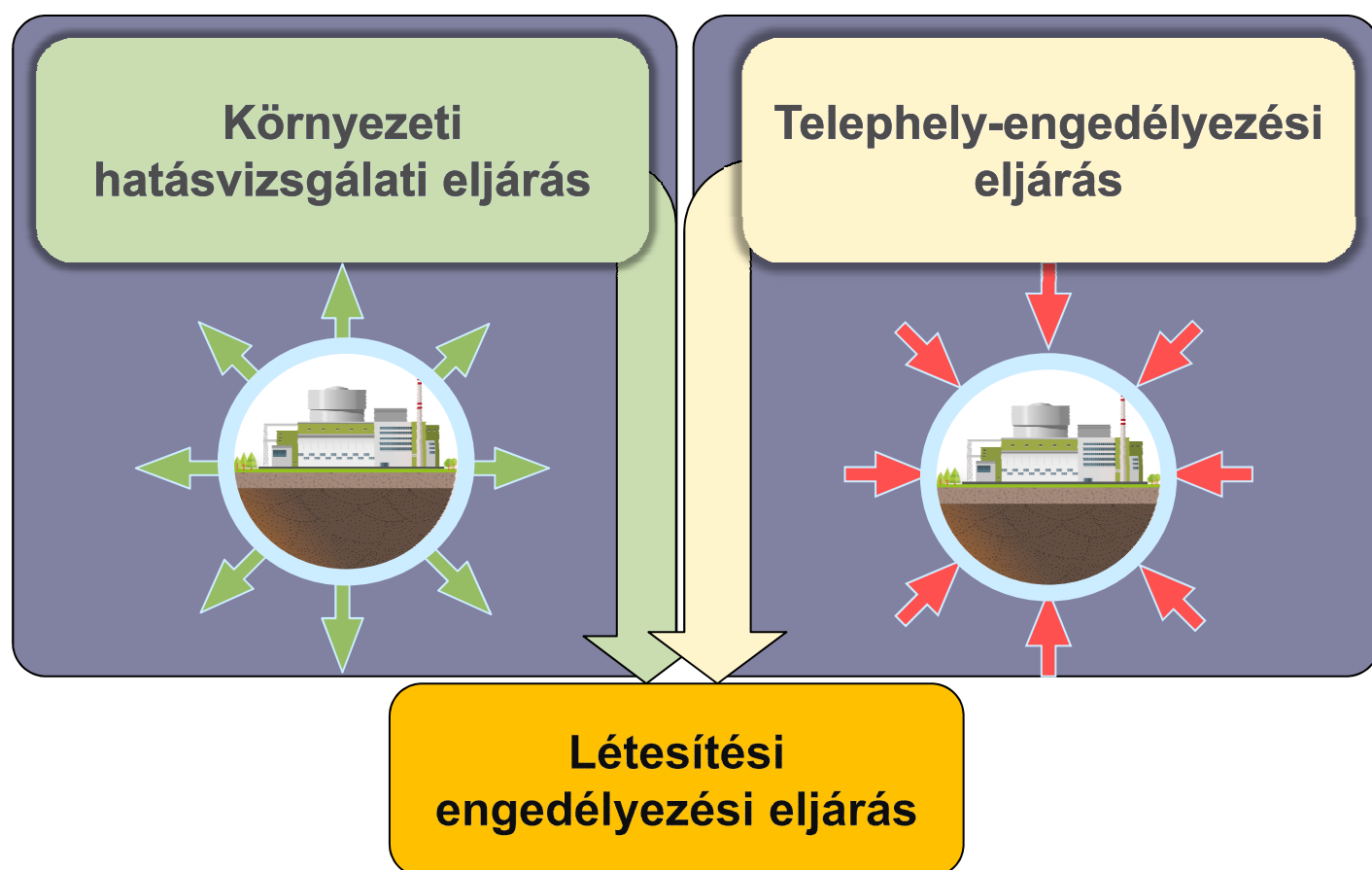


2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

31

A jelenlegi fő engedélyezési eljárások



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

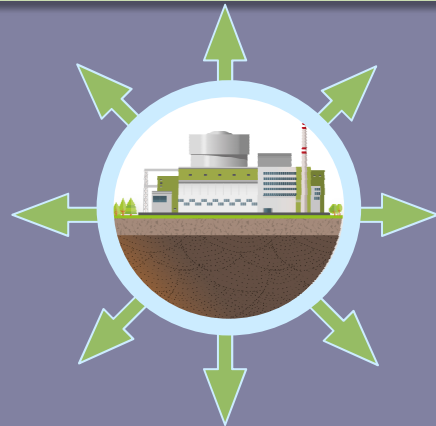
32

Környezeti hatásvizsgálati eljárás

A Környezeti Hatástanulmány (KHT) tartalma:

- Alapinformációk a projektről
- A felmelegített hűtővíz Dunára gyakorolt hatása
- Víz- és légszennyezési vizsgálatok
- Zaj- és rezgésterhelés vizsgálata
- Radioaktív és hagyományos hulladékok kezelése
- Állat és növényvilág vizsgálata
- Környezeti sugárterhelés, az erőmű környezetében élő lakosság sugárterhelése
- Társadalmi és gazdasági hatások

Környezeti hatásvizsgálati eljárás



A vizsgálatok célja, hogy meghatározzák az atomerőművi blokkok egyes életciklusaiban azok környezetre gyakorolt hatásait

- A KHT benyújtva: **2014. december 19.**
- A BAMKH **2016. szeptember 29-én** kiadta a környezetvédelmi engedélyt
 - Két zöld szervezet (EK, GP) fellebbezése után a másodfokú eljárás folyamatban

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

33

A telephely-engedélyezési eljárás fő tartalmi elemei

Emberi eredetű külső veszélyek

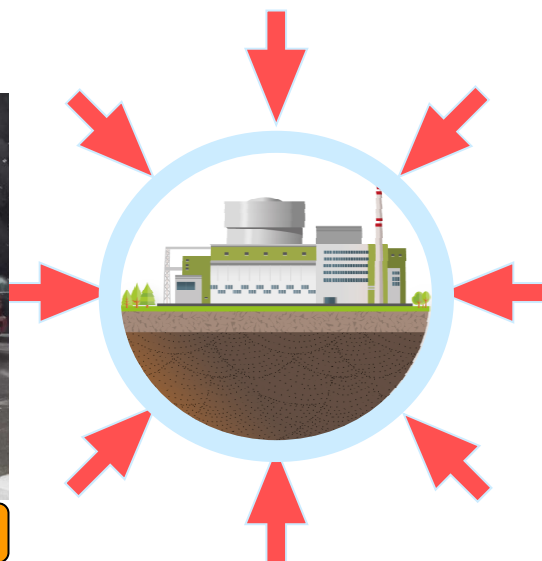


$T_{\text{visszatérés}} \leq 10.000.000 \text{ év}$

Természeti eredetű külső veszélyek



$T_{\text{visszatérés}} \leq 100.000 \text{ év}$



A vizsgálat célja, hogy kizárja olyan körülmények fennállását a telephelyen, amelyek azt alkalmatlanná tennék atomerőművi blokkok létesítésére. További cél a blokkokat veszélyeztető tényezők azonosítása, a telephely-jellemzők meghatározása.

2017.03.30.

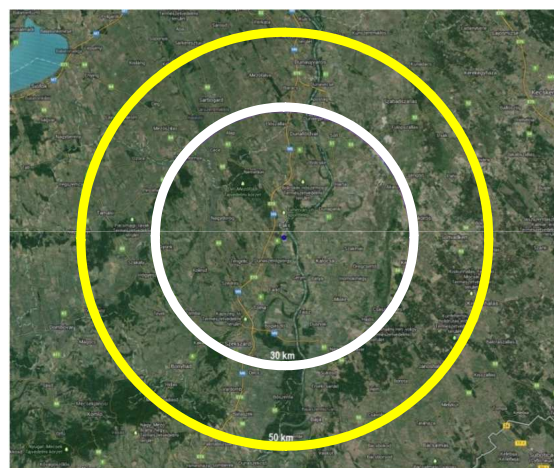
Prof. Dr. Aszódi Attila

34

A telephely-vizsgálat fő részei

Vizsgálati területek:

- A telephely leírása,
- Ember okozta külső veszélyek,
- Földtudományi vizsgálat és értékelés,
- Hidrológia,
- Meteorológia,
- Egyéb veszélyeztető tényezők,
- Végso hőnyelő biztosításának értékelése,
- Radioaktív kibocsátások terjedését meghatározó telephelyi jellemzők,
- Baleset-elhárítást meghatározó telephelyi jellemzők.



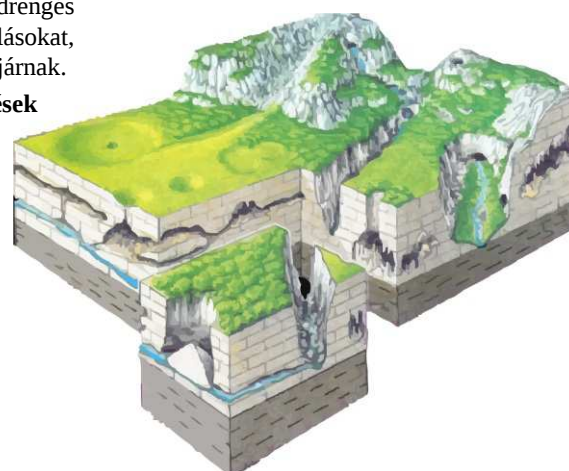
A 30 és 50 km-es vizsgálati terület

Főbb kizáró körülmények

- Az NBSZ szerint ha a telephelyen **a felszínre kifutó vető által okozott szignifikáns elvetődés** lehetőségét tudományos evidenciák alapján megbízhatóan nem lehet elvetni, és az elmozdulás érintheti a nukleáris létesítményt, az bevett műszaki megoldásokkal nem kezelhető, a telephelyet alkalmatlannak kell nyilvánítani.
- Nukleáris létesítmény nem telepíthető meredek vagy erősen tagolt felszínű, vagy erózió-, csuszamlás-, kúszásveszélyes területen.
- Nukleáris létesítmény nem telepíthető 100 méternél kisebb mélységben lévő, **karsztképződésre** hajlamos képződmények felett, attól 1 km távolságon belül; valamint felszín alatti természetes vagy mesterséges eredetű **üreg**ek, **barlangok**, **bányák**, **pincék** vagy más rekultiválatlan műtárgyak felett, azok geomechanikai hatásterületén belül.
- Ha **a talajfolyósodás a biztonsági földrengés hatására bekövetkezhet**, a telephelyet nem megfelelőnek kell ítélni, **kivéve, ha léteznek bevált műszaki megoldások a talajfolyósodás kiküszöbölésére**, vagy ha igazolható, hogy a biztonsági földrengés hatására kialakuló talajfolyósodás lokális, és nem okoz olyan relatív elmozdulásokat, amelyek nukleáris biztonsági funkciót akadályozó szerkezeti következményekkel járnak.
- Ha az értékelésnél bebizonyosodik, hogy **a nukleárisbaleset-elhárítási intézkedések végrehajtása** a telephelyi adottságok miatt nem valósítható meg, a telephelyet nem megfelelőnek kell ítélni.



Szent-András törésvonal



Karsztos terület



New York

Long Island

East Shoreham (New York)

Mit kell kibírnia az atomerőműnek?

Feltételezett kezdeti esemény:

A tervezéskor meghatározott és az elvégzett biztonsági elemzések során figyelembe vett belső vagy külső esemény a hozzá tartozó kezdeti és peremfeltételekkel, amely TA2-4* vagy TAK1-2** (állapothoz) vezet vagy vezethet.

Forrás: NBSZ

*TA2-4: tervezési alapba tartozó üzemállapotok várható üzemi események (TA2), kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok (TA3), és nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok (TA4)

**TAK1-2: tervezési alapot meghaladó üzemállapotok kiterjesztése komplex üzemzavarok (TAK1), súlyos balesetek (TAK2).



Kéregállapot



Forrás: YouTube

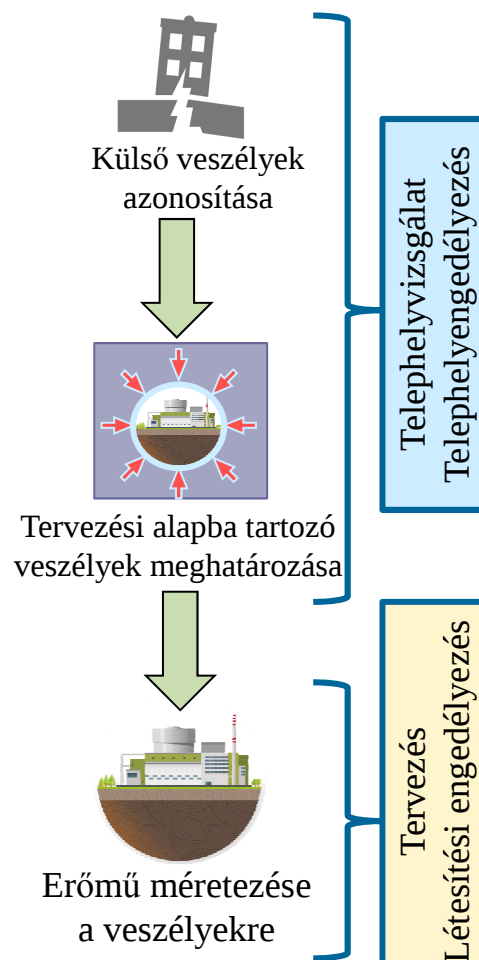
2017.03.31.

Prof. Dr. Aszódi Attila

37

Külső veszélyekre tervezés

- NBSZ: Az atomerőmű tervezésénél meg kell határozni az összes lehetséges külső és belső veszélyeztető tényezőt.
- Külső veszélyeztető tényezők: emberi és természeti eredetű veszélyek
- A külső veszélyeztető tényezők esetén meg kell vizsgálni, hogy az adott telephelyen számszerűen hogyan jellemezhető a tervezési alaphoz megfelelő veszély (THE feladata)
- A biztonsági elemzésekkel a tervezés során igazolni kell, hogy az erőmű képes ellenállni ezen hatásoknak (igazolása a létesítési engedélyezés feladata)



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

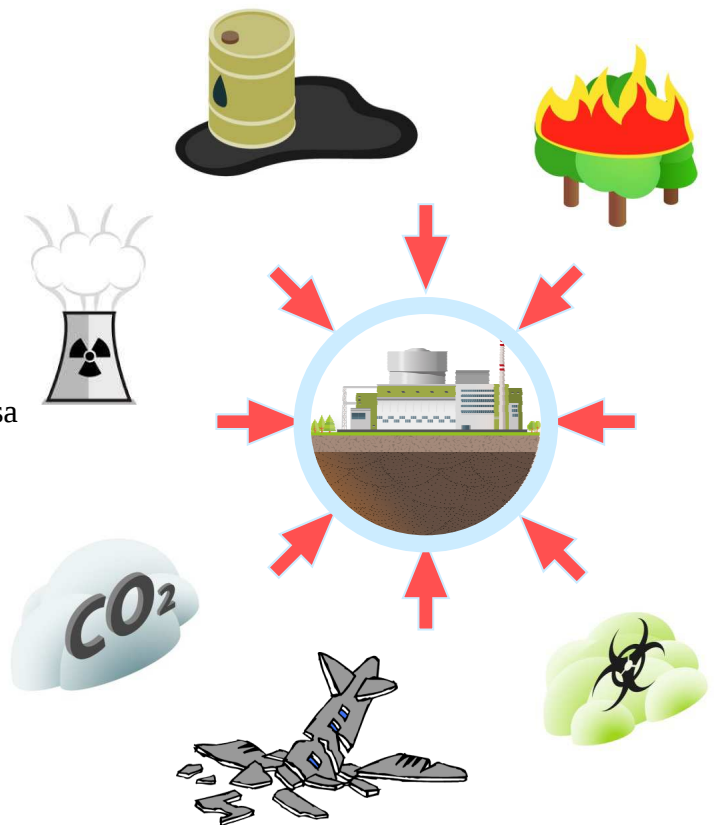
Emberi eredetű külső veszélyek vizsgálatai

Emberi eredetű külső veszélyek vizsgálata

- Közúti balesetek
- Ipari létesítmények hatásai
- Repülőgép-rázuhanás
- Tűz (parkoló- és erdőtüzek)
- Robbanások

Vizsgált területek:

- Telephelyhez legközelebb futó szállítási útvonalakon (közúti, vasúti, folyami, csővezetéki) bekövetkező balesetek következtében kikerülő veszélyes anyagok hatása
- Közeli veszélyes ipari létesítmények hatásai
- Robbanások (benzinkutak, tűz- és robbanásveszélyes anyagok a környezetben)
- Felvízi ipari létesítmények meghibásodása miatt Dunavíz-szennyeződés hatásai
- Erdő- és parkolótüzek következtében felszabaduló égéstermékek hatásai
- Közeli nukleáris létesítmények (PA és KKÁT) radiológiai hatásai
- Repülőgép-rázuhanás valószínűségi vizsgálata
- Elektromágneses interferenciák hatása



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

39

Emberi eredetű külső veszélyek vizsgálatai

Az elemzések módszere:

- a távolsági elven történő szűrés (elérheti-e a hatás a telephelyet),
- a gyakorisági elven történő szűrés ($< 10^{-7}$ 1/év),



Forrás: Kelemen István előadása, MTA 2016.05.06.

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

40

Példa mértékadó jellemzőkre emberi eredetű külső veszélyek esetében



Maximális hidegvíz-csatornai szennyezőanyag-koncentráció:

- felúszó kőolajszennyezés (dízelt): 214 g/m^2
- lebegő kőolajszennyezés: 607 g/m^3
- toxikus anyag: 58 g/m^3
- savak, lúgok: 42 g/m^3
- szemestakarmány: 2846 g/m^3



Meteorológiai és hidrológiai vizsgálatok

Meteorológia

- Extrém hőmérsékletek
- Extrém csapadék (eső, hó, jég)
- Extrém szél

Hidrológia

- Szélsőséges vízállások
- Felvízi létesítmények tönkremenetele
- Partcsuszamlások

Vizsgált területek:

- Extrém alacsony és magas hőmérsékletértékek
- Tervezési alapba tartozó csapadék mennyiségek meghatározása (pl. éves, napi, negyedórás mennyiségek), eső, hó, ónos eső stb.
- Tervezési alapba tartozó szélerekségek (orkán és forgószél) mértékének meghatározása
- Villámcsapások gyakoriságának és hatásának vizsgálata
- A szélsőségesen magas vízállások hatásai (árvizek és felvízi létesítmények tönkremenetele)
- A szélsőségesen alacsony vízállások hatásai

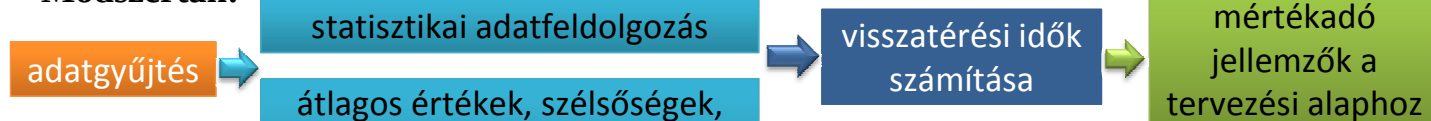


Meteorológiai és hidrológiai vizsgálatok

Telephelyi hidrológiai és meteorológiai mérési- és kiértékelési program célja:

- a telephely környezetében a hidrológiai és időjárási jellemzők meghatározása a fennálló állapot jellemzéséhez, illetve a tervezési alap számára.

Módszertan:



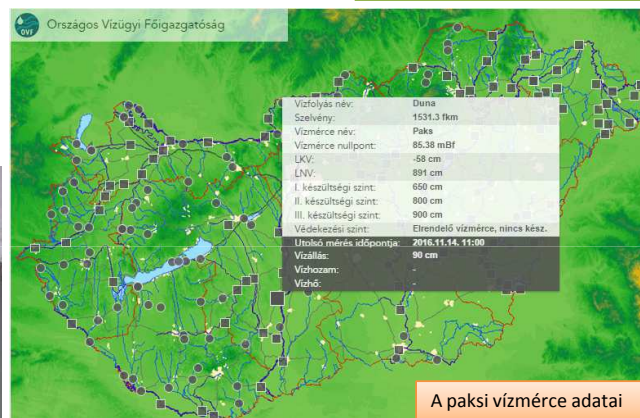
A paksi mérőtorony



Meteorológiai mérőállomás



Vízmérce



Forrás: Országos Vízügyi Főigazgatóság honlapja

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

43

Mértékadó meteorológiai jellemzők

10^{-5} 1/év (mean) előfordulási gyakorisághoz rendelt értékek:

Extrém hőmérséklet:

- maximális hőmérséklet: 48,3°C
- minimális hőmérséklet: -59,1°C



Extrém szél:

- maximális szélsebesség: 47,7 m/s (171,7 km/h)



Extrém csapadék:

- napi csapadékösszeg: 156 mm
- maximális hóvastagság: 133 cm



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

44

Mértékadó hidrológiai jellemzők

10⁻⁵ 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt értékek
a Duna erőművi szelvényében:



Vízhozamok:

- maximális vízhozam: 12 100 m³/s
- minimális vízhozam: 294 m³/s

Vízszintek:

- szélsőséges nagyvízszint: 96,18 mBf
- szélsőséges kisvízszint: 82,33 mBf



Forrás: PaksNET



Példa dunai löszfalomlásra, Dunaszekcső
Forrás: Greenfo

Partfalomlás, -csuszamlás:

- maximális dunai löszkoncentráció: 8312 g/m³



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

45

Egyéb veszélyek, végső hőelnyelő, radiológia

A telephelyet veszélyeztető egyéb tényezők:

- Toxikus anyag hatására a hűtővíz rendszerben esetlegesen előforduló vízi élőlények tömeges pusztulása.
- A Dunában lévő vízi élőlények hűtővíz rendszerben történő elszaporodása.

A végső hőelnyelő biztosításának átfogó értékelése:

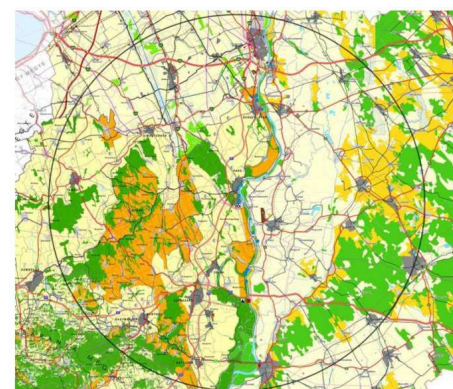
- hidrológiai és meteorológiai tényezők értékelése,
- a Duna által hatást gyakorló ipari létesítmények értékelése,
- közúti, folyami és vasúti szállítás hatása,
- fel- és alvízi létesítmények hatása,
- egyéb veszélyeztető tényezők.

A telephely radiológiai értékelése:

- A kibocsátások terjedését befolyásoló tényezők meghatározása és értékelése.
- Veszélyhelyzeti intézkedések megvalósíthatóságát befolyásoló tényezők meghatározása és értékelése.



Vándorkagylók



A telephely 50 km-es környezetének
egyesített területrendezési terve

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

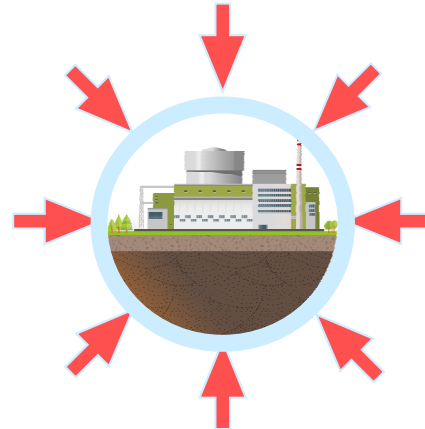
46

Földtani Kutatási Program (FKP) vizsgálatai

Kiemelt jelentőséggel bír a földtani értékelés.

Okok, célok:

- Meg kell győződni arról, hogy nincs kizáró földtani körülmény a telephelyen.
- Jellemezni, számszerűsíteni kell a földtani eredetű veszélyeket a tervezési alapadatok meghatározásához.
 - Milyen mértékű, földrengésből származó erőhatás érheti a létesítményt?
 - Talajfolyósodás lehetősége?
 - Szignifikáns permanens felszíni elvetődés lehetősége?



Mi a veszélyes a földrengésben?
Mi jellemzi a földrengést a tervezőmérnök számára?

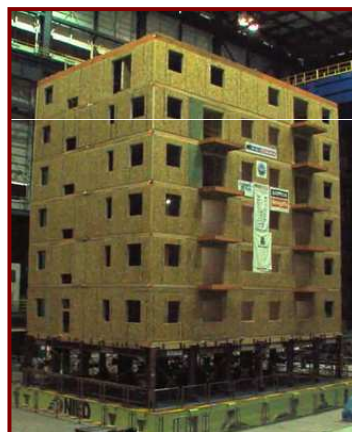
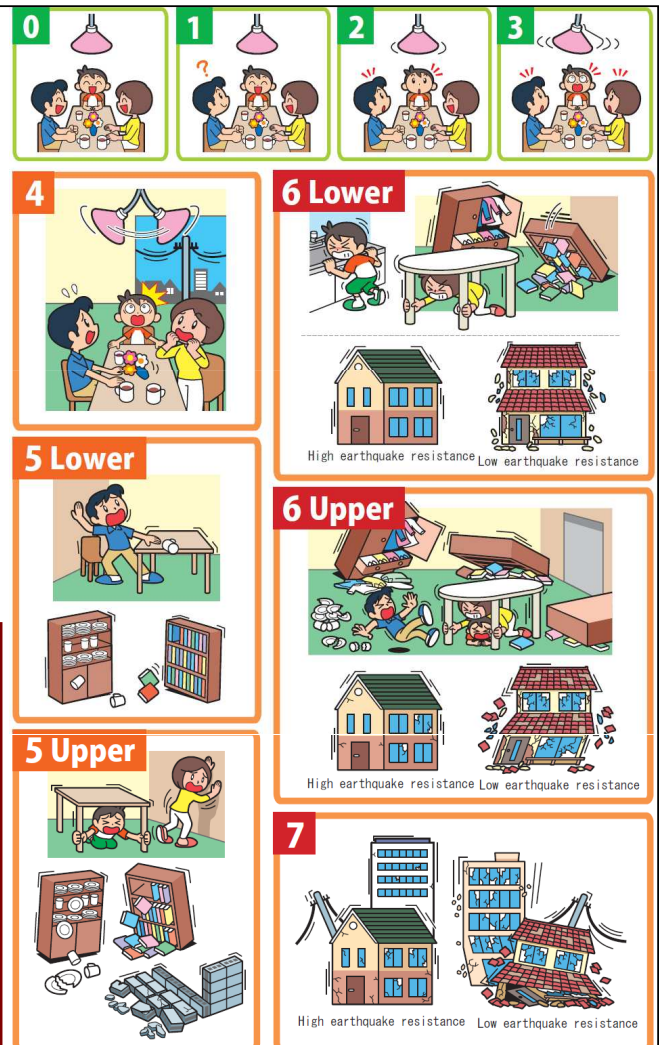
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

47

Földrengés

- Vízszintes gyorsulás
- $F = m \cdot a$
- $1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$
- $1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2 = 981 \text{ cm/s}^2$



2017.03.30.

Forrás: YouTube

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: www.emsc-csem.org

48

6,6-os magnitúdójú földrengés Olaszországban, 2016.10.30.



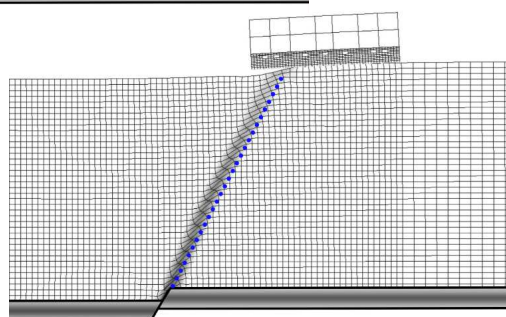
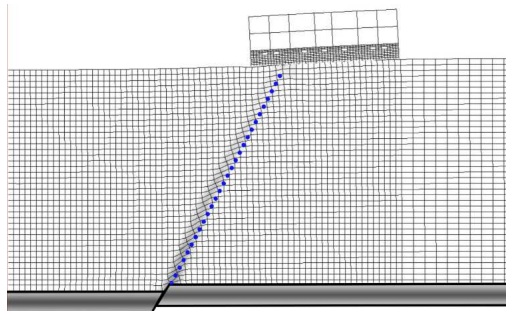
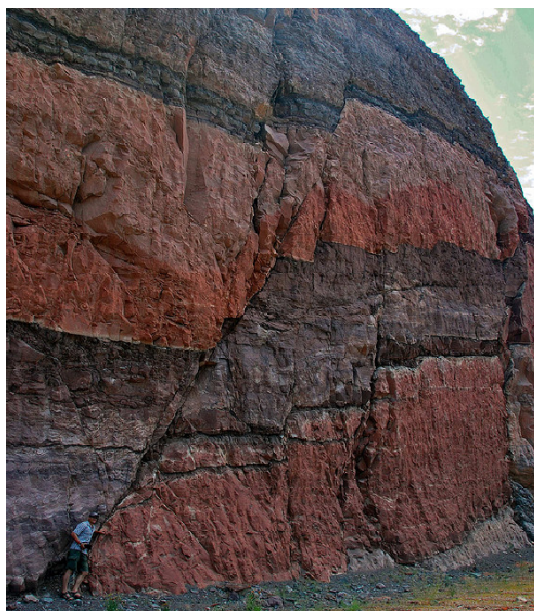
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: Index.hu, Reuters

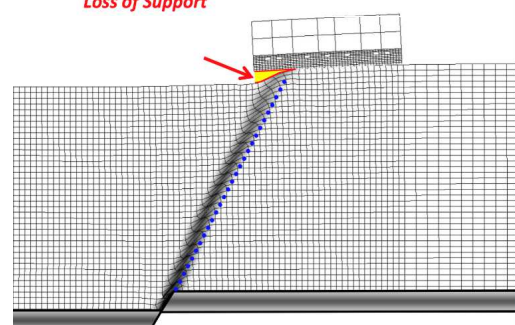
49

Szignifikáns permanens felszíni elvetődés



- Egy vetőn kipattanó földrengés a földrengés méretétől és fészekmélységétől függően okozhat vagy nem okozhat elmozdulást a felszínen.
- Tapasztalat: ~M6-M6,5 földrengések a felszínen nem okoznak vagy csak jelentéktelen (1-2 cm) elmozdulást okozhatnak.
- Az a felszíni elmozdulás veszélyes, amely hatására az épület sérülhet. Ez az elmozdulás helyétől, jellegétől, méretétől és a vizsgált épület szilárdságától függ.

Loss of Support



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: Internet

50

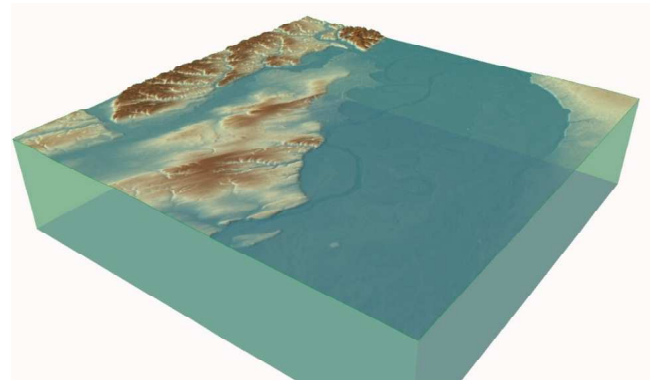
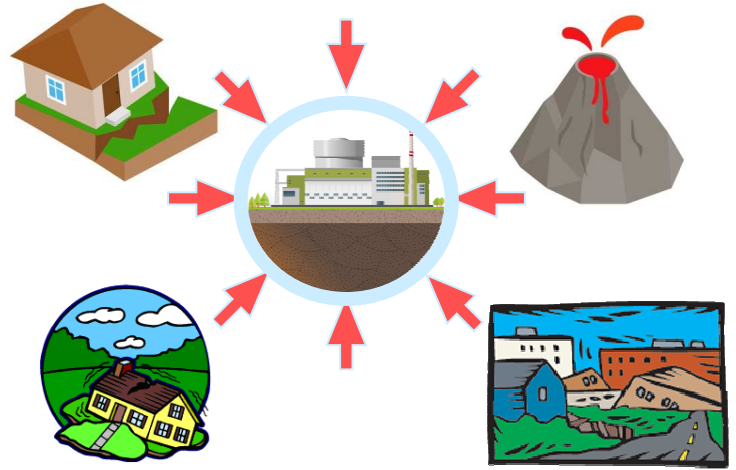
Földtani Kutatási Program (FKP) vizsgálatai

Szakterületek:

- Földtani vizsgálatok
- Szeizmológia
- Geofizika
- Geotechnika
- Hidrogeológia

Az elvégzett vizsgálatok:

- Nagy mélységű- és sekélyfúrások
- Geotechnikai és hidrogeológiai célú fúrások, vizsgálatok
- Geofizikai mérések:
 - 3D szeizmikus mérések
 - 2D P- és S-hullám mérések, vízi szeizmikus mérések, Crosshole-mérések
 - geoelektromos szelvényezés
- Légifotók kiértékelése, vízföldtani reambuláció, földtani- és geomorfológiai térképezés
- Űrgeodéziai vizsgálatok
- Talajfolyósodás előfordulásának vizsgálata
- Térinformatikai adatbázis fejlesztése
- Modellezések, stb.



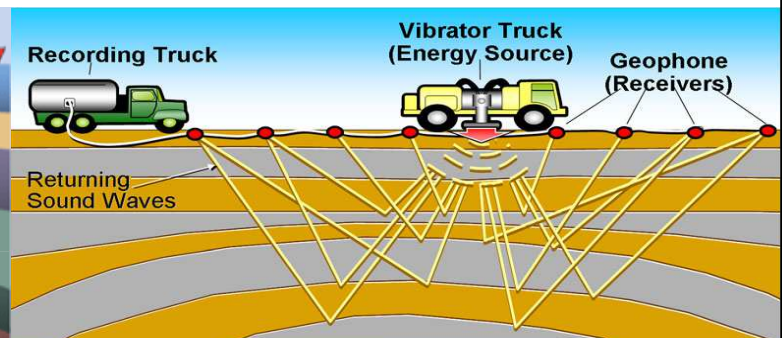
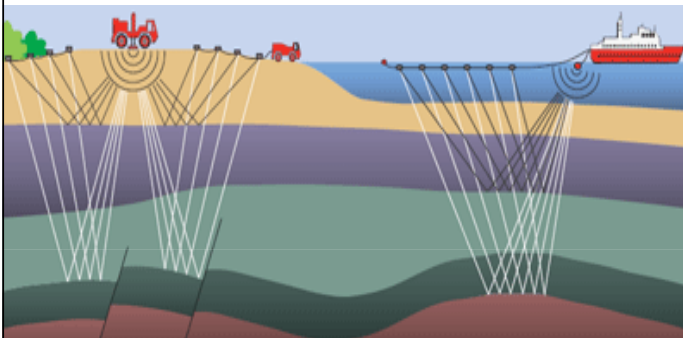
FKP Vizsgálati területének domborzata és tömbszelvénye
Vizsgált terület: 60 * 60 km²

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

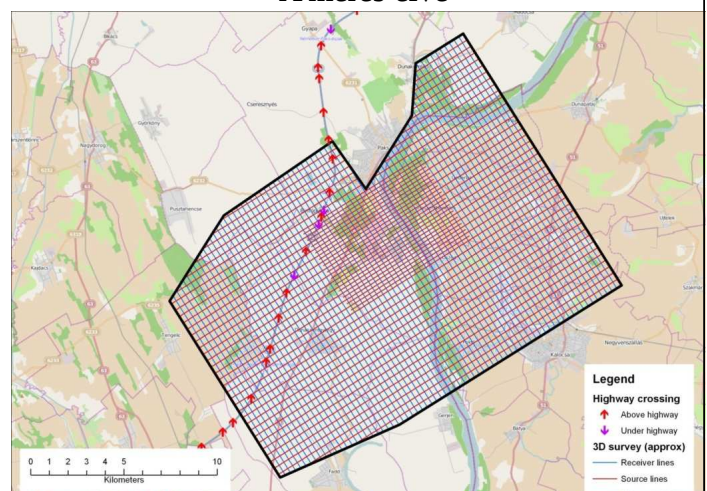
51

3D szeizmikus mérések



- 3D szeizmikus mérések (2014. aug.-szept.)
- 294 km² terület
- 400x300 m-es (200x300 m) háló, 50 méterenként elhelyezett geofonok
- 300 m osztásban a geofonvonalak, 400 m-enként jelgerjesztés, a központi részen 200 m-re besűrítve
- Talajvibrációk előidézése önjáró vibrátorokkal a geofon sorokra merőleges vonalak mentén
- Nehezen megközelíthető helyeken kisebb robbantásokkal, vízen „airgun” segítségével

A mérés elve



A vizsgált terület

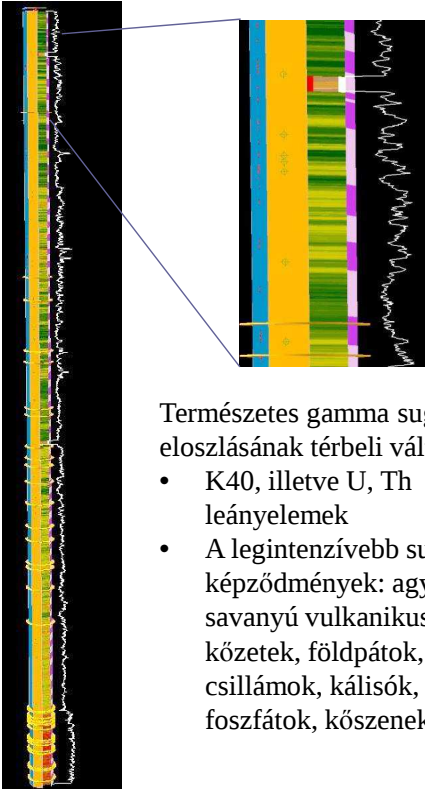
2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: Mecsekérc Zrt.

52

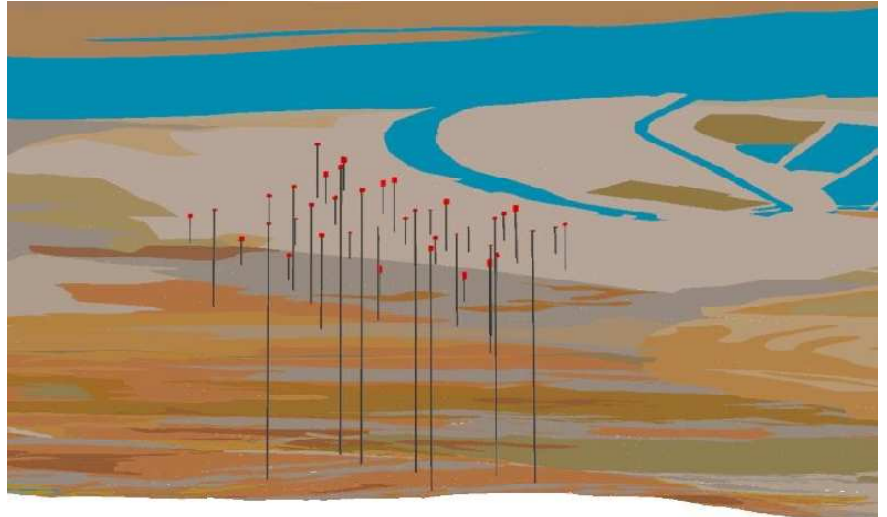
Nagy mélységű fúrások



Természetes gamma sugárzás eloszlásának térbeli változása

- K40, illetve U, Th leányelemek
- A legintenzívebb sugárzó képződmények: agyagok, savanyú vulkanikus kőzetek, földpátok, csillámok, kálisók, foszfátok, kőszén.

- Nagy mélységű kutatófúrások: 6 db + 2 ikerfúrás, összesen kb. 8700 fm, max. mélység 1950 m
- Sekélyfúrások a telephelyen kívül: 19 db, összesen kb. 2300 fm, max. mélység 150 m
 - 5 db fúrólyuk mikroszeizmikus mérőállomássá alakítva
- Geotechnikai és hidrogeológiai célú fúrások a telephelyen: 83 db, 2800 fm
 - hidrogeológiai monitoring kutakká kiképezve



A telephelyen mélyített fúrások

Nagy mélységű fúrások



Az alaphegység összetétele



Gránátos csillámpala fúrómag,
PAET-26/533 m

Csillámpala:
334 millió éve
keletkezett
metamorf kőzet

250-175 millió
éves szárazföldi
és tengeri eredetű
üledékes kőzetek



Jura korú lemezes szerkezetű
mészmárga,
PAET-27/770 m

Miocén korú kőzetek

Alsó miocén: Folyóvízi-ártéri
üledékképződési környezet és
robbanásos vulkanizmus (21-17 Ma)



Kavicsos homokkő
és aleurolit határa,
PAET-35/1240 m



Összesült ártufa,
PAET-34/1810 m

**Alsó-középső-
miocén**
tengerelöntés:
sekélytengeri
üledékes kőzetek
(17-13 Ma)



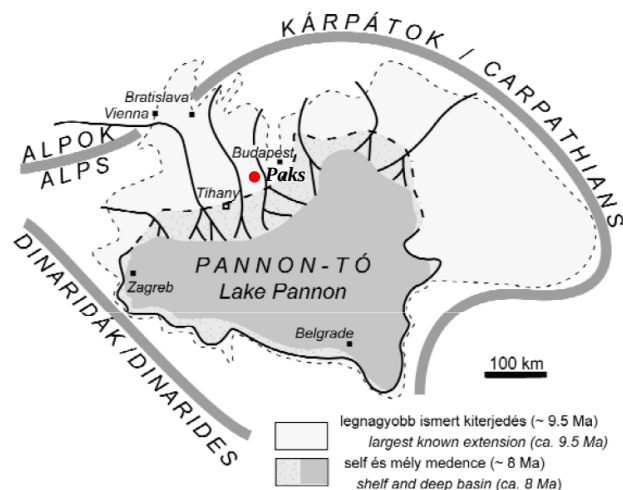
Lajtai Formáció - Biogén mészkő,
bádeni korú, PAET-34/691 m



Konglomerátum, kárpáti korú,
PAET-35/895 m

Pannon-tó, és üledékei (11,6-6,8 millió éve)

- Szarmata (13-11,6 Ma) csökkentsósvízi környezet után a pannóniai emeletben fokozatosan kiédesedő, feltöltődő tavi üledéksor



Forrás: Sztanó et al. (2013)



Rétégzett márga,
PAET-27/397 m



Negyedidőszak (<2,4 millió év)

- Mállás, lejtőüledékek képződése, talajosodás
- Glaciális szakaszokban **löss és futóhomok** képződés
- Középső-pleisztocén kiemelkedés és domborzati tagolódás
- Folyóvízi üledékek (Duna, Sió)



Kutatóárokkal feltárt, párhuzamosan rétegzett futóhomok



Lössfal Dunaföldváron



Kutatóárokkal feltárt, keresztarétegzett futóhomok

Földrengések gyakoriságeloszlása



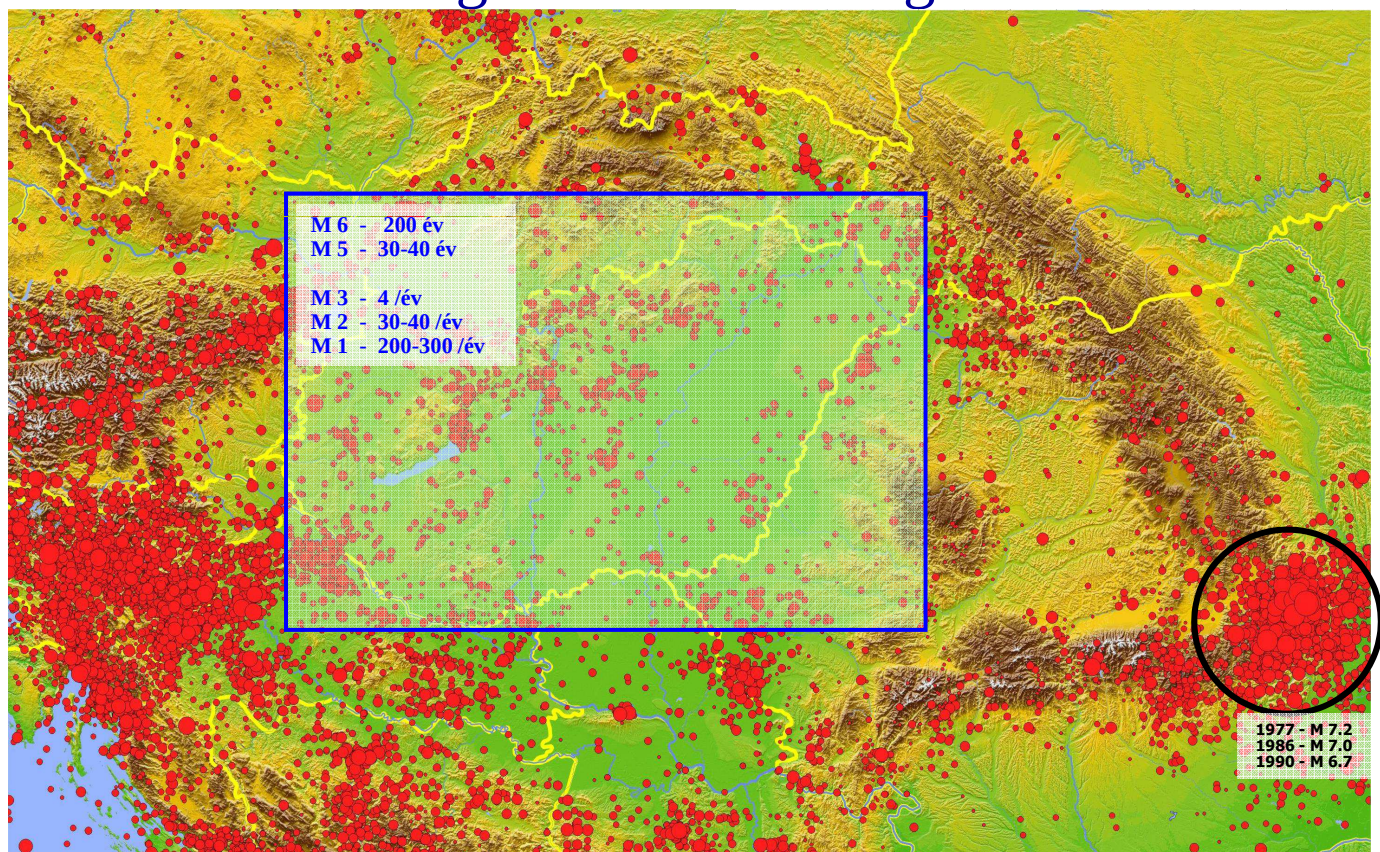
Forrás: USGS, arbiteronline.com

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

59

A Kárpát-medence földrengéseinek (456-2015) katalogizálása és feldolgozása



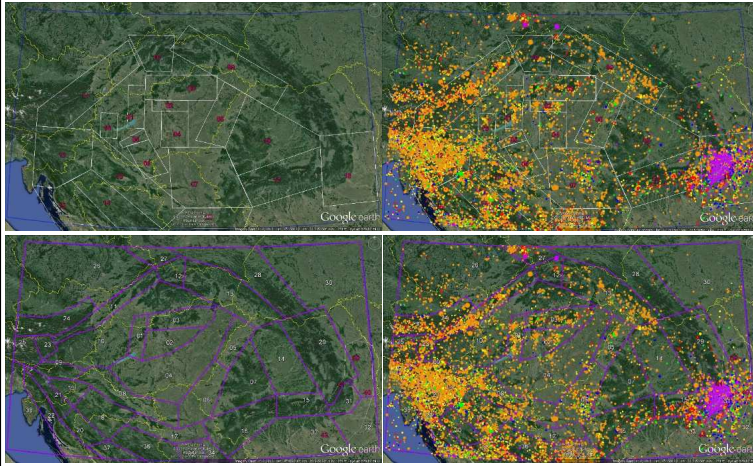
Forrás: Tóth László előadása, MTA 2016.05.06.

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

60

PSHA módszer – a földrengés források geometriája



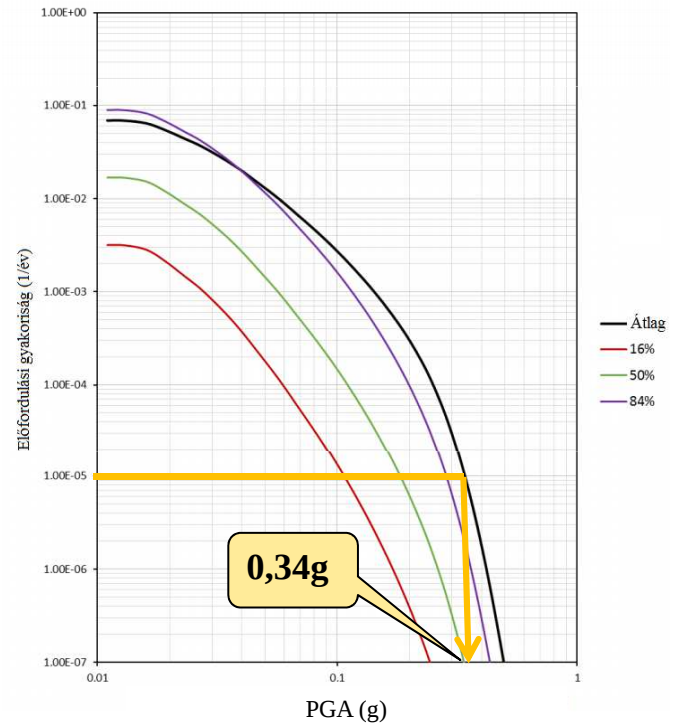
A forrászónák meghatározására több, szakmailag reális modell létezik.

Földrengés-veszélyeztetettség:

10^{-5} 1/év előfordulási gyakorisághoz rendelt érték

- maximális talajfelszíni gyorsulás (PGA): 0,34g

A felszíni PGA-ra számított veszélyeztetettségi görbe

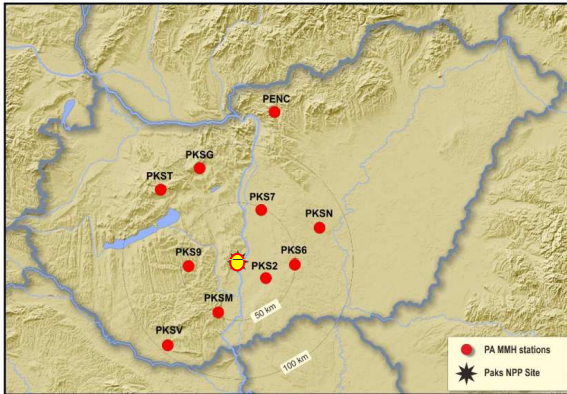


2017.03.30.

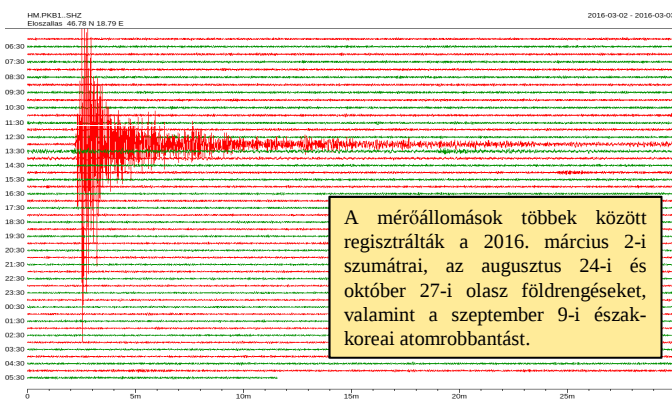
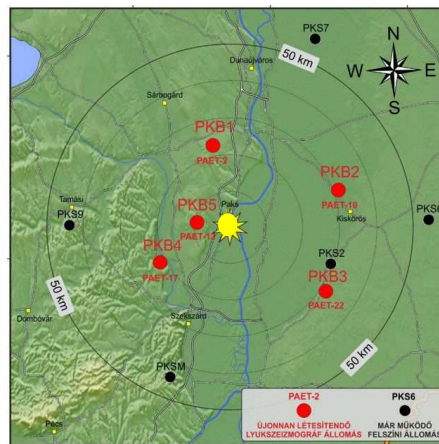
Prof. Dr. Aszódi Attila

61

Paks2 Mikroszeizmikus Monitoring Hálózat



+ 5 db lyukszeizmográf 150 m mélyen
• észlelési küszöb < 1 ML



A mérőállomások többek között regisztrálták a 2016. március 2-i szumátrai, az augusztus 24-i és október 27-i olasz földrengéseket, valamint a szeptember 9-i észak-koreai atomrobbantást.

Előszállási mérőállomás mért adatai (Forrás: földrengés.hu)

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

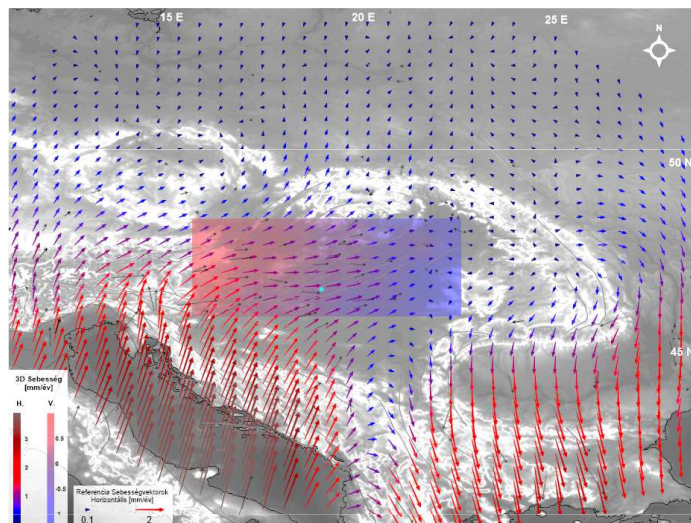
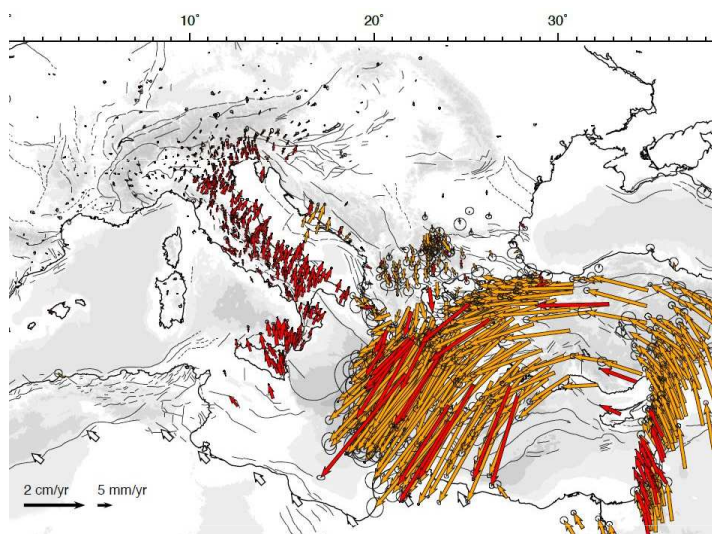


Pusztahencsei mérőállomás fényképe

Forrás: Tóth László előadása, MTA 2016.05.06.

62

Kéregmozgások a térségben – űrgeodéziai mérések



A Kárpát-medence közepén megfigyelhetőek kéregmozgások, de ezek kis mértékűek ($\sim 0,1$ mm/év nagyságrendben vannak), és Paks térségében a szerkezetek mentén relatív elmozdulás nem mutatkozik.

Földtani vizsgálatok eredményei



- A legkorszerűbb tudományos módszereket alkalmaztuk.
- A telephely és környezetének geológiai viszonyait feltérképeztük.
- A modellek elkészítéséhez szükséges adatokat begyűjtöttük és feldolgoztuk.
- Az adatokat komplex térinformatikai adatbázisba foglaltuk.

Telephely Biztonsági Jelentés (TBJ)

MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT.



TELEPHELY BIZTONSÁGI JELENTÉS

I - III. KÖTET

SOM(R)4/12

REV.2.

2016.10.18.

TELEPHELY BIZTONSÁGI JELENTÉS

Verziószám: 2

I. kötet, A telephelyengedély iránti kérelem megalapozása

1. Bevezetés
2. A telephely értékelés jogszabályi követelményei
3. A telephely jellemzők meghatározásának koncepciója
4. A telephely vizsgálat és értékelés végrehajtásának folyamata
5. A létesítmény műszaki jellemzőinek bemutatása
6. A telephelyvizsgálat eredményeinek független felülvizsgálata

II. kötet, A telephely jellemzők bemutatása

1. A telephely földrajzi leírása
2. Ember tevékenységből eredő külső veszélyek
3. Meteorológia
4. Hidrológia
5. Geológia, geofizika, szeizmológia, geotechnika és hidrogeológia
6. Háttérsugárzás adatai
7. Egyéb veszélyeztető tényezők
8. Végső hőelnyelő biztosítása
9. Radiológiai értékelés
10. Tervezési adatok

III. kötet, A telephelyvizsgálatra vonatkozó NBSZ követelmények teljesítésének értékelése

1. A telephelyvizsgálat nem földtudományi szakterületeire vonatkozó követelmények
2. A telephelyvizsgálat földtudományi vizsgálati területére vonatkozó követelmények
3. A követelmények teljesítésének összefoglaló értékelése

2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

65

A TBJ főbb megállapításai

Földtudományi jellemzés

Földtani, geofizikai és tektonikai jellemzés

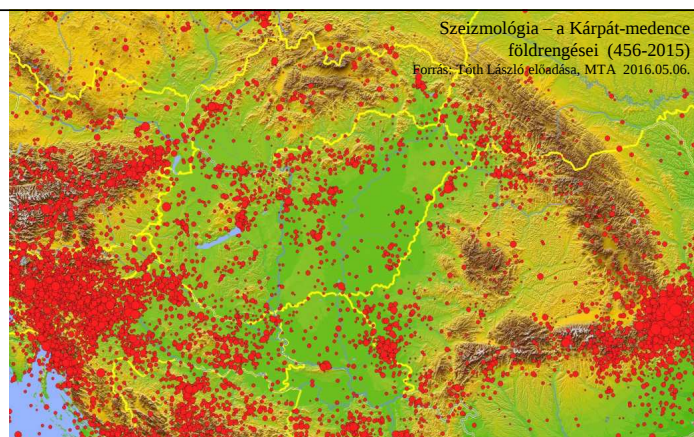
- A Pannon-medence a dél-európai térség tektonikailag legnyugodtabb területe.
- A korszerű földtani ismeretek alapján a telephely alkalmas az új blokkok befogadására.

A földrengés-veszélyeztetettség jellemzése

- A telephely földrengés-veszélyeztetettsége meghatározásra került.
- A talajfolyósodás lehetséges hatása bevált geotechnikai módszerekkel, például megfelelő épületalapozással vagy talajstabilizációval kiküszöbölhető.

Geotechnikai és hidrogeológiai jellemzés

- Nincsen olyan geotechnikai vagy hidrogeológiai körülmény, amely a vizsgált területen atomerőmű építését kizárná.



Szeizmológia – a Kárpát-medence földrengései (1456-2015)
Forrás: Tóth László előadása, MTA 2016.05.06.



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

66

A TBJ főbb megállapításai

Földrajzi jellemzők

A telephely és környezete földrajzi adottságai kedvezőek az új blokkok telepítésére.

Az emberi tevékenységből eredő veszélyek

Az új blokkok telephelyén és annak környezetében folyó emberi tevékenység jellemzői műszaki eszközökkel kezelhetők.

Meteorológiai jellemzők

A tervezéshez szükséges meteorológiai jellemzőket meghatároztuk, a klímaváltozás hatásait is figyelembe tudjuk venni.

Hidrológia

A telephely hidrológiai jellemzése megtörtént, az adottságokat figyelembe vevő műszaki megoldások kialakíthatók.



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

67

A TBJ főbb megállapításai

Egyéb veszélyek

- A telephelyen egyéb, a biztonságot érintő, vagy az üzemeltethetőséget befolyásoló lehetséges hatásokról megállapítható, hogy azok kontrollálhatók, üzemviteli intézkedésekkel kezelhetők.

Végző hőelnyelő biztosításának értékelése

- A megfelelő hűtővíz mennyiség rendelkezésre áll annál a kisvízhozamnál is, amely a klímaváltozás pesszimista jóslata alapján adódik.
- Másodlagos végző hőnyelőként az atmoszféra rendelkezésre áll a biztonsági rendszerek alternatív hűtésére.
- A végző hőelnyelőt érintő természeti és emberi eredetű hatások tervezési, műszaki és/vagy adminisztratív megoldásokkal kezelhetők.

Kibocsátások

- A telephely 50 km sugarú környezetében nem volt azonosítható olyan, a veszélyhelyzeti intézkedések végrehajthatóságát befolyásoló tényező, amely az új blokkok létesíthetőségét megkérdőjelezné.



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

68

A TBJ független szakértői véleményezése

- TBJ többszintű független ellenőrzése megtörtént.
- A telephely alkalmasságát és a telephelyvizsgálati program megfelelőségét a szakértői jelentések megerősítették.
- A Tudományos Támogató Testület FKP-val kapcsolatos állásfoglalásának főbb megállapításai:
 - A zárójelentés földtani része **tartalmazza mindazt a geológiai ismeretet**, amely a telephely földtudományi jellemzéséhez szükséges.
 - **Nincsen olyan aktív vető**, amely a telephely felszínén annak alkalmasságát kizáró, **szignifikáns permanens elmozdulást létre tudna hozni**.
 - Az új blokkok **alapozása szempontjából kedvező** réteg a telephelyen megtalálható **kavicsterasz**, a munkagödör-megtámasztásnak, illetve a víztelenítésnek **geotechnikai akadály**a nincs.



Breaking news:
az OAH 2017. március 30-án
kiadta a telephelyengedélyt!



A telephely alkalmas az új blokkok létesítésére. A kor műszaki-tudományos színvonalán a telephelyre jellemző körülmények és veszélyek a tervező által a hatályos nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelően kezelhetők, a blokkok tervei ezeknek megfelelően készülnek el.

2017.03.30.

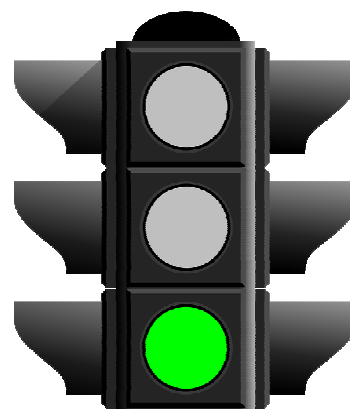
Prof. Dr. Aszódi Attila

69

Európai Uniós kérdések



- Egyeztetések, szoros együttműködés az Európai Bizottsággal a témában 2013 óta
- **Mára minden EU-s jóváhagyás megszületett**
 - 1) COM jelezte: az IGA aláírása ellen nincs kifogása (2014. I.)
 - 2) Üzemanyag-szerződés harmadik feles aláírása (ESA: 2015. április)
 - 3) Euratom 41. cikkelye szerinti bejelentésre COM válasza: Paks II. teljesíti az Euratom szerződés célkitűzéseit (2015. IX.)
 - 4) DG ENVI: Paks II. törvény 5.§ törvénymódosítást követően elfogadva
 - 5) DG GROW: Közbeszerzés
 - 2016. november 17-én lezárva
 - 6) DG COMP: Állami támogatási vizsgálat
 - 2017. március 6-án lezárva



2017.03.30.

Prof. Dr. Aszódi Attila

70

Állami támogatásokról szóló döntés lényege

- **A beruházás megtérül.**
„...A magyar állam a beruházása vonatkozásában a magánberuházók számára elfogadható mértéknél alacsonyabb megtérülési rátát fogad el.”
- *„Magyarország bizonyította, hogy az intézkedés **nem okoz indokolatlan torzulást a magyar energiapiacra**”*
- Jelentős garanciák vállalása:
 - A profit az állami beruházási összeg visszafizetésére és a normál működési költségek fedezésére használható fel
 - Paks II. funkcionálisan és jogilag független vállalat marad
 - A villamosenergia-termelés 30%-át a tőzsdén, a többi részét objektív, átlátható és megkülönböztetés mentes módon, árverések útján szükséges értékesíteni.
- *„...a Bizottság az uniós állami támogatási szabályok értelmében jóváhagyta az intézkedést, mivel a támogatás összege a kitűzött célok eléréséhez szükséges mértéket nem haladja meg és azokkal arányos, míg az állami támogatásból eredő versenytorzulást minimálisra mérséklük”*