

Az Integrált Rezervoár Modellezési Elmélet alkalmazása az Algyő-2 Tároló egy szekciójára

DR. SCHULTZ VERA MAGDOLNA, DR. HEINEMANN E. ZOLTÁN Montanuniversität Leoben



A szerzők a Target Pressure and Phase Method (TPPM)-elvéen alapuló integrált rezervoár modellezési technikát alkalmazták az Algyő-2 rezervoár egy szegmensére. A módszer a területen üzemeltetett 26 olajtermelő és 14 vízbesajtoló kút termelési adatait 55 éves üzemidőre 5%-os hibakorláton belül illesztette. Ez jóval felülmúlja a termelési múltillesztési (history matching) technikával máig elért eredményeket. A cikk tárgyalja, hogy a hagyományos megközelítés miért nem lehet hasonlóan eredményes. A szerzők szerint célszerű lenne a módszert az Algyő-Pannon tárolókra széleskörűen alkalmazni.

Bevezetés

Közhiedelem, hogy a múltillesztés sikerével a modell egyben alkalmassá válik az előrejelzésre. Pedig ezt mind az ipari gyakorlat, mind kutatási eredmények cáfolják. 2001-ben a PUNQ¹ projekt bizonyította, hogy a geológiai modell kis eltérése is jelentősen befolyásolja a múltillesztés munkaigényét, valamint a modell előrejelző képességét (Bos, 1999 és Barker, Cuypers, 2001). Ismert, hogy a múltillesztés megfelelő kontroll hiányában megalapozatlan anomáliákat vezethet be, melyek a statikus modell minőségvesztésével járnak (Mittermeir, Steiner 2016). A gyakorlat mutatja, és a szerzők meggyőződése, hogy egy megbízható előrejelzés csak reális statikus modelltől kiindulva érhető el. A Modell Validáció (MV) fogalma a statikus modell alkalmasságának annak dinamikáját is figyelembe vevő vizsgálatát jelenti. A szerzők szerint a hagyományos módszerek sikertelenségének egyik oka, hogy a MV elmarad a rezervoár paraméterek lokális módosítása előtt és közben. A PHDG tagjai által először 2010-ben publikált ún. „Target Pressure and Phase Method” (TPPM) segítségével az MV a modellépítés bármely állapotában megtörténhet. A csoport az utóbbi évtizedben egy MV-n alapuló integrált (statikus + dinamikus) modellezési eljárást dolgozott ki.

A Délkelet-Magyarországon a MOL által üzemeltetett Algyő-2 tároló több száz különböző rendeltetésű kútjának viselkedését máig nem sikerült hagyományos rezervoármérnöki módszerekkel kellő minőségben reprodukálni. E munka során ugyanazon geológiai modellt vettük alapul, amely a MOL a legutóbbi múltillesztésének is kiindulópontja volt. Ebből kifolyólag a módszerekkel elérhető eredmények összehasonlítása megtörténhet az objektumon, mégpedig annak alapján, hogy a reprodukálható-e ezekkel az objektum múltbéli viselkedése, valamint adható-e az így létrehozott modellekből megbízható előrejelzés.

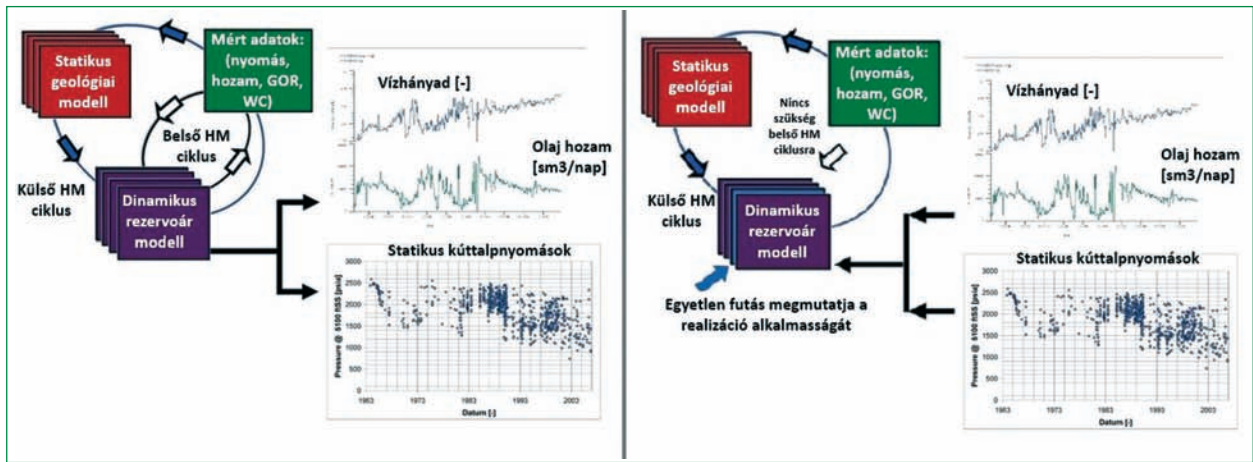
A History Matching (HM) és a Model Validation (MV) módszerek különbsége

Mindkét iteratív módszer arra törekszik, hogy a modell kutak hozama és nyomása a teljes üzemidőre vonatkozóan egyezzen a valós kutakéval, azonban a két megközelítés alapvetően különbözik.

HM Módszer: A kiinduló pont egy prior rezervoár geológiai modell, amelyen a kutakat fizikai szabályszerűségeknek megfelelően üzemeltetik. Ezek természetesen nem tudják a mért hozamokat és nyomásokat produkálni ezért az eljárás kompromisszumot kénytelen kötni. A kutak a történeti háromfázisú termelési üteme helyet csak a folyadék hozamot (olaj és vízfázis összege), teleptérfogati hozamot (olaj, víz és gázfázisok pillanatnyi térfogatának összege) vagy talpnyomást veszik figyelembe. Ennek megfelelően nem csak a modell és a valós kutak, hanem a telep és modelljének a viselkedése is, mindenkor különbözik. A HM megkísérli a geológiai modell paramétereinek módosításával (és nem a modell re-interpretációjával) az ellentmondásokat redukálni. A modell és valós kutak azonossága azonban a végső állapotban sem lesz elérhető.

MV Módszer: A kezdő lépés azonos a HM-ével azonban az MV alapvetően más irányban keresi a kompromisszumot. A modell kutak nominálisan a történelmi olaj-, víz- és gázhozammal termelnek, amire azonban ténylegesen nem képesek ezért a hiányzó mennyiségeket a kút környezetéből pótolják, illetve a többletet oda helyezik el. Ez a térfogat része a kút által ténylegesen megcsapolt rezervoárrésznek, azaz a fizikai értelemben vett gyűjtőterületének. A modellező feladata, hogy ezeket az időben is változó kutankénti megcsapolt térfogatokat azonosítsa, valamint paramétereit meghatározza úgy, hogy ezek a volumenek lépésről lépésre a kutak köré zsugorodjanak. A különbség a HM-hez viszonyítva, hogy minden kút, és természetesen a telep egésze is, mindvégig a célhozamokkal üzemel. Ennek köszönhetően a modell mindenkor a valós objektum egy lépésenként pontosodó reprezentációjának tekinthető.

¹ Production forecast with UNcertainty Quantification



1. ábra: A HM és MV modellépítési megközelítések különbsége (Heinemann, Mittermeir, 2010)

Az 1. ábra illusztrálja a két iteratív megközelítést (Heinemann és Mittermeir 2010). A HM egy realizáció kútjainak működtetése során nem képes mindhárom fázis történelmi hozamát inputként kezelni, így a víz-hányadokat és gáz-olaj viszonyokat outputként szolgáltatja. A HM eljárás sikerének esélye ismeretlen. Rendszerint csak hosszadalmas illesztési munka után váltanak egy új geológiai koncepcióra. Ezzel szemben az MV a valós objektum összes mérési adatát inputként kezeli. A geo-modellező azonnal korrekcióra kényszerül, ha az aktuális modell ezeknek ellentmond. Az MV-vel elkerülhető egy alkalmatlan modellváltozat illesztésébe fölöslegesen fektetett munka. Egy alkalmas modellen a kívánt állapot eléréséhez még szükséges paraméterváltoztatás sikere azonban garantált.

A TPPM munkafolyamata

Az MV effektív gyakorlati alkalmazását a TPPM technológia eszközkészlete teszi lehetővé. Az alkalmas geológiai modell kiválasztásától a rezervoár teljes életciklusát leírni képes modell eléréséig három lépés különíthető el. Ezek mindegyikében a modellező a célnak megfelelően tetszőlegesen használhatja a TPPM1. funkcióit.

1. lépés: A prior rezervoár-geológiai modell konverziója az áramlási modellezésre alkalmas modellre, vagyis a geo-grid konverziója egy flow-grid-re, majd az így konstruált modell érvényesítése. Ez azt jelenti, hogy az adott rezervoár objektumok modelljének minden időben tartalmaznia kell minden fázis szükséges mennyiségét az adott (mért) nyomáson. Ellenkező esetben, a TPPM megmutatja az eltérések okát, helyét és idejét.

2. lépés: Egy integrált rezervoár modell megalkotása. Ez magában foglalja a geológiai modell pontosítását, amely történhet szubjektív módon (trial-and-error) vagy az 1. lépés ismétlését. Amennyiben a modell már nem kíván szerkezeti változtatást, úgy a TPPM eljárás integrált része kell legyen a paraméter modellezésnek.

3. lépés: A modell előrejelző képességének bizonyítása. A modellt előrejelző módban kell üzemelni,

az utolsó 3-5 évre érvényes kondíciók alatt. Amennyiben a modell képes reprodukálni ezt az időt, úgy az a további 3-5 évre is bizalommal alkalmazható. Az előrejelzésre több módszer is elképzelhető, kezdve az egyszerű decline-curve számítástól a különféle probabilisztikus megközelítésekig.

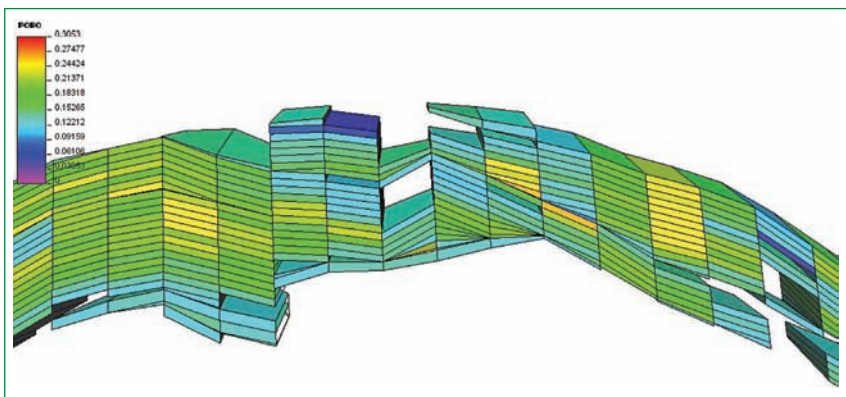
Az Algyő-2 tároló

Az Algyő-2 nagy gázsapkás heterogén olajtelep, a MOL által Délkelet-Magyarországon üzemeltetett Algyői olajmező része. A folyamatos termelés 1965-ben kezdődött a Tápé-1 kúttal. 1969-től egyes olajkutak átképzésével, valamint e célra fűrt kutak létesítésével vizet sajtoltak az olaj, a víz és a gáztestbe egyaránt. 1973 és 1983 között gázt is sajtoltak be, majd 2004 és 2009 között a gázsapkát is termeltették. A MOL 2014-ben egy polimer-tenzid pilot projektet is indított a területen (Puskás et al., 2017). Az egyes kutak részese-dése a teljes termelésben kiegyensúlyozatlan, jellemző az ingadozó hozam, és a széles skálán mozgó víz-hányad és gáz-olaj viszony.

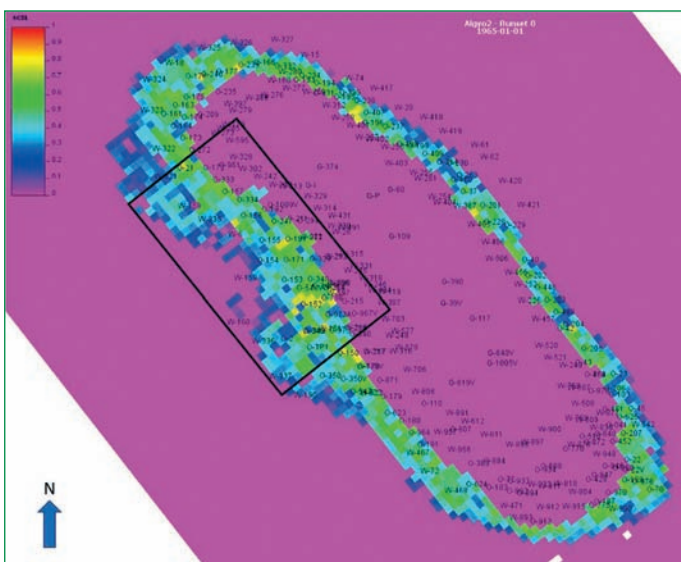
A 2016. évi telepgeológiai átértékelés sztochasztikus megközelítést alkalmazott a tárolóképes és záró rétegek korrelálására. A MOL erre alapozva készített egy ECLIPSE szimulációs modellt és bocsátotta rendelkezésre. Az itt alkalmazott rácsháló mérete 150x150 m, a kialakított rétegek átlagos vastagsága 1 m körül van. A cellák jellemzően laposok, a kiékelődéseknél erősen deformáltak (2. ábra). Az egymással szomszédos helyzetű cellák mindenhol kommunikálnak, a 18 vető mindegyike áteresztő. A paramétereloszlásban rétegzettség nem figyelhető meg. Az alkalmazott vágási értékek (cut-off) alapján számos cella nem rezervoár minőségű. A szerzőknek nem volt oka kételkedni abban, hogy az átvett adatokból a geológiai modell rekonstruálható, így ez képezte az MV kiindulópontját.

A szektor kiválasztása

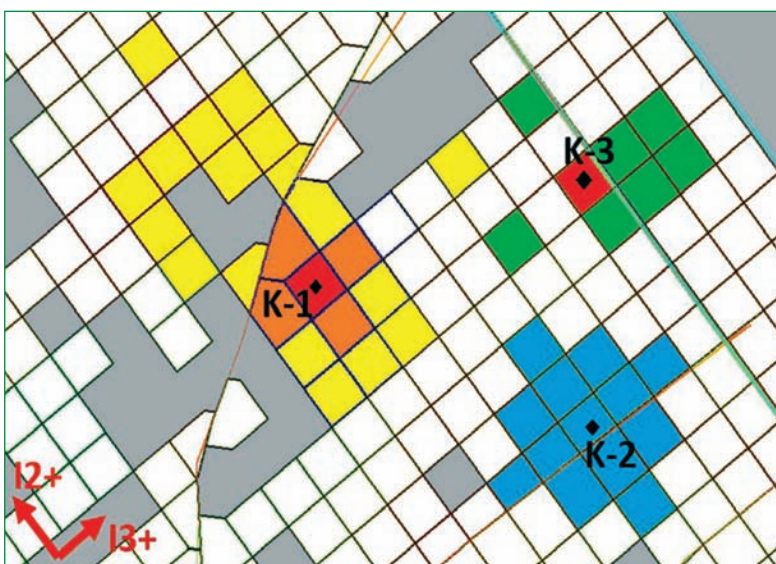
A TPPM alkalmazására a MOL és a PHDG egyetértésben a telep leginkább frekvenciált szegmensét



2. ábra: A MOL-tól kapott szimulációs modell gridje



3. ábra: A választott szektor elhelyezkedése a rezervoár modellen



4. ábra: A megcsapolt térfogatok kialakításának felülnézeti képe. K-1 kút kialakításában mind a négy megcsapolt térfogat jelen van (D1, D2: RING 1, D3: CUBE 1 18 2 4 2 1, D4)
K-2 kút helyettesített üzemben működik (nincsen valós perforáció), nincsen megcsapolt térfogatokra bontva: D2: RING 2
K3 kút kialakítása: (D1, D3: CUBE 1 18 1 0 0 2, D4)

választotta ki. (3. ábra) A szektorban 27 termelő és 14 vízbe-sajtoló (köztük ferdített és víz-szintes) kút üzemelt. A szektor modellje lefedi annak teljes olajat is tartalmazó volumenét, az olajtesten belüli kommunikációja más szekciókkal elhanyagolható. A kiterjedt gázsapka szerepét a szektor oldalához kapcsolt nagy gáztartalmú térfogat helyettesítette, mely a víztest oldalán bevezetett határfeltételekkel együtt a kívánt átlagos rétegnyomást tartotta fenn. A ki-

szorítási folyamatok reális leképzéséhez a gridet és paramétereit PEBI gridre (perpendicular bisection) kellett konvertálni. Ennek során a rácsháló mérete változatlan maradt, az eredeti 84 réteget 18-ra vontuk össze. A paramétereloszlás a kezdetivel jól összehasonlítható volt. A modell változatlan eredménnyel, de számottevően jobb numerikus stabilitással működött. Hagyományosan működött a kutak mért háromfázisú termelését a konvertált modell, éppen úgy, mint az ECLIPSE modell, nem tudta visszaadni.

A TPPM kutak definiálása és üzemmódja

A TPPM első lépése mindig a kúthoz rendelt közvetlenül termelt térfogatok definiálása, megkülönböztetve egy 4 lépcsős hierarchiában, melyek tetszőlegesen kombinálhatók:

- D1: a kútpályán elhelyezkedő, de termelésre nem megnyitott cellák.
- D2: „near well” térfogat melyet a perforációk (esetlegesen a teljes kútpálya) első, második stb. cellaszomszédjai alkotnak.
- D3: tetszőleges paralelepipedon a geometriai koordinátákkal vagy a cellák indexeivel megadva. Utóbbi esetben a szélső perforációktól mért távolságok adottak +/- koordinátáirányokban.
- D4: automatikusan kijelölt térfogatok direkt hozzáféréssel, a legnagyobb definiált megcsapolt térfogaton kívül.

A 4. ábra illusztrálja a D1, D2, D3, D4 néhány lehetséges kombinációját, illetve ezek definiálásának módját. Fontos, hogy egy kút megcsapolt térfogatai minden esetben a tényleges gyűjtőterületen belül legyenek, de nem szükségszerű, hogy ezt teljesen lefedjék. Minden cella egy adott időpontban csak egy kút megcsapolt térfogathoz tartozhat, de ez a hozzárendelés időben vál-

tozhat. A TPPM erősen automatizált, így kevés felhasználói beavatkozást igényel.

A TPPM a kutakat két alapvetően különböző megközelítés kombinációjával működteti. Az első a megszokott Peaceman koncepció alapuló kútmodell, a második a termelést egyszerűen térfogati forrásként, a beszajtolást térfogati nyelőként tekinti. Az eljárás a kútmodellrel egy lehetséges célhozammal működteti (pl. nettó olajhozam, talpnyomás stb.) Mivel így nem képes a történelmi olaj-, víz- és gázhozamot visszaadni, ezért a perforációk termelési tényezőire időben változó szorzókat alkalmazhat a mindenkori mért WC és GOR reprodukálására, esetlegesen pseudo-perforációkat is nyithat a kút pályája mentén. Ha ez sem elég, akkor a hiányzó mennyiségeket a kút a környezetéből pótolja, illetve a többletet oda helyezi el: ez valamilyen észszerű kulcs szerinti felosztásban történik a perforációkhoz közeli cellák között.

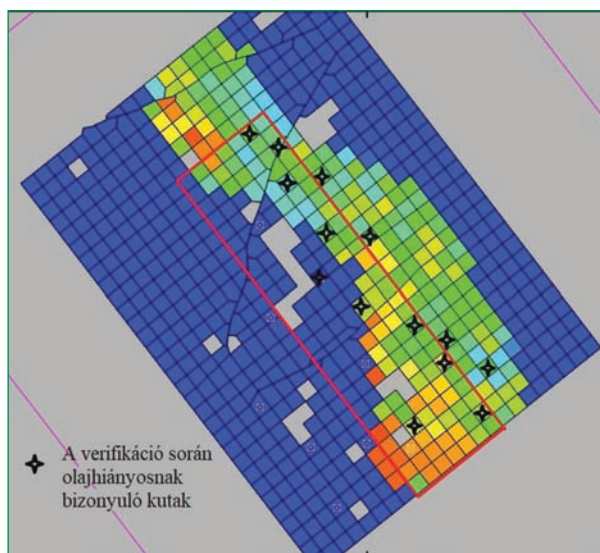
A HM technika bevett használói általában nem tartják létérvényűnek, hogy egy kút nem csak pontosan ismert helyzetű perforációiból, hanem ezek környezetéből is közvetlenül termel. Úgy gondolják, hogy a rezervoár paramétereket kell hangolni. A feladatra úgy tekintenek, mint egy függvény-minimalizálási problémára. Ez egy alapvető félreértés. A geológiai modell hibáját ugyanis nem lehet a paraméterek változtatásával eliminálni. 100%-os illesztési sikert épp ezért az automatikus módszerek sem garantálnak. Gyakori MV elvégzése mellett viszont az említett HM módszerek is célravezetőek lehetnek: ezt általában csak kiválasztott kutakra manuálisan van lehetőség kivitelezni, melynek során a többi kútra az automatikus illesztés igénye még mindig áll. Természetesen a TPPM támogatói szerint is az a cél, hogy a kút végül a valós perforációból el tudja érni a számolt és mért értékek egyezségét.

A modell érvényesítése

A sikeres konverziót követően MV-re került sor az Algyő-2 szektoron. A TPPM eljárás a kiválasztott kutakra egyenként is alkalmazható, de az adott esetben valamennyi kútra érvényben volt.

A kúthálózat sűrűségéhez képest nagyméretű rácsháló miatt manuálisan kellett definiálni a kutakhoz tartozó megcsapolt térfogatókat, elkerülve az átfedéseket. A kezdeti MV futás során a numerikus instabilitás miatt kutanként egyedi üzemmódokat kellett alkalmazni. A kutak többsége „kombinált” üzemmódban volt, de néhány esetben a D1 megcsapolt térfogat a Peaceman kútmodellrel „helyettesítette”, nem különböztetve meg valós perforációkat. Kezdetben nem alkalmaztunk más konvergenciát elősegítő funkciót.

Az első MV futás során számos kútnál már korán jelentkezett az olajfázis, ezzel együtt az oldott gáz hiánya a megcsapolt térfogatókban. A sikertelen kutak nyomvonalában kirajzolódott egy összefüggő olajhiányos terület. Az MV kezdeti eredményei alapján tehát a modell re-interpretálása javasolt.



5. ábra: Globális modell korrekció. A kijelölt téglalap alakú területen a kezdetben olajat is tartalmazó cellák pórustérfogatának növelésre került. Az ábrán csillaggal jelölt az olajhiányos kutak helye

Annak demonstrálására, hogy a re-interpretálás célravezető lehet, globális korrekciókat alkalmaztunk (5. ábra) (a) az olajtelített pórustérfogatot növelése az olajhiányos kutakat lefedő négyszög alakú régióban, (b) a laterális áteresztőképesség szorzása 30-cal, (c) az olaj mozgóképességének növelése választott területeken.

A korrekciót követő számítás már aktiválta az eddig nem vizsgált horizontális kutakat is és több konvergenciát elősegítő TPPM funkciót alkalmazott. „Kombinált” üzemben a TPPM a produktivitási indexek automatikus hangolásával (PI mult) a valós perforációk részesedése jelentősen megnövekedett, a megcsapolt térfogatók kihasználtsága csökkent, méretük zsugorodott.

Az 1. táblázat mutatja az egyes kutaknál definiált legnagyobb megcsapolt térfogatot (D2 vagy D3). Emellett néhány kútnál szükség volt D4 szerinti független közvetlen hozzáférésű cellákra is. A táblázatban sikeresként feltüntetett illesztés 100% egyezést jelent a mérési adatokkal mindhárom fázis esetében a teljes üzemidő alatt. Egyéb esetben a táblázat feltünteti a kumulatív termelés görbéjének százalékos eltérését a mértől a számítás végén. A létrehozott MV realizáció ezzel elfogadottnak tekinthető, amennyiben a statikus modellező megerősíti, hogy a korrekció a geológiai koncepcióba illeszkedik. Amennyiben ez nem biztosított, úgy a modellen alapuló előrejelzés megbízhatósága is kérdéses lesz.

Az integrált modellépítés következő lépései

Az MV által létrejött egy integrált rezervoármóddel. A további modellépítési lépések arra kell irányuljanak, hogy a modell sikerrel írja le a kútkörnyék és a valós perforációk kommunikációját is. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó lokálisan korrigálhat paramétereket

1. táblázat: A kezdeti és a második elfogadott MV futás eredménye. A táblázat kutanként tünteti fel az alkalmazott TPPM funkciókat és ezek háromfázisú illesztésének sikerességét, a számolt kiütemezések elfogadhatóságát. Az eredmény látványosan felülmúlja a korábbi

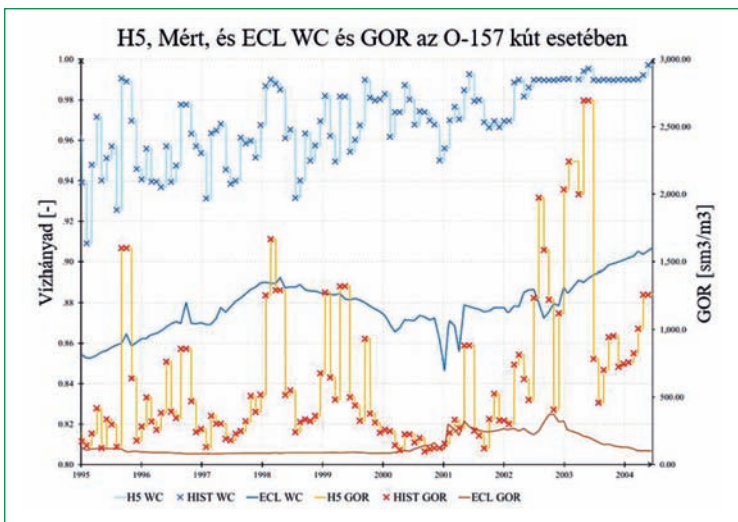
Kút	1. MV TPPM funkciók	1. MV sikere	2. MV TPPM funkciók	2. MV sikere	2. MV BHP
O-152	kombinált RING 2	sikeres	PI mult kombinált RING 2	sikeres	ok
O-153	kombinált RING 2	-70% O	PI mult kombinált 1 18 3 5 2 2	sikeres	ok
O-154	kombinált RING 1	-100% O	PI mult kombinált 1 18 1 3 0 0	sikeres	ok
O-155	kombinált 1 18 10 5 2 2	-70% O+old. G	PI mult kombinált 1 18 3 5 2 2	sikeres	ok
O-156	helyettesített 1 18 10 1 1 1	-50% O	PI mult kombinált 1 18 10 1 1 1	sikeres	ok
O-157	kombinált 1 18 10 4 1 1	-30% O	PI mult kombinált 1 18 3 0 5 0	-25% G	ok
O-191	kombinált RING 2	-100% O	PI mult kombinált RING 2	-5% G	ok
O-192	kombinált RING 2	-10% O	PI mult kombinált 1 18 0 8 1 1	sikeres	ok
O-2	helyettesített RING 1	sikertelen	PI mult kombinált RING 2	-60% G	ok
O-214	kombinált RING 1	sikeres	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-215	kombinált RING 1	-40% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	min
O-216	kombinált RING 1	-10% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-334	kombinált 1 18 1 1 6 1	-60% O+old. G	PI mult kombinált 1 18 1 1 6 1	sikeres	ok
O-339	kombinált RING 1	sikeres	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-340	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	leállított	ok
O-348	kombinált RING 1	-30% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-348V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-349	kombinált RING 1	-20% O, -100% V	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-548	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-548V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-596	kombinált RING 1	-10% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-758	kombinált RING 1	-90% O	PI mult kombinált RING 1	sikeres	ok
O-967V	nem számolt	nem számolt	PI mult kombinált RING 1	-30% O	ok
O-973A	nem számolt	nem számolt	nem MV kút	sikertelen	ok
O-TP1	helyettesített RING 1	sikertelen	PI mult kombinált RING 2	-15% G	ok
W-151	kombinált RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	ok
W-159	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-160	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-214	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikertelen	nem értékelt
W-216	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-242	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-302	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-303	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 1	sikeres	nem értékelt
W-336	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-337	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-349	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikertelen	nem értékelt
W-597	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-598	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt
W-6	helyettesített RING 2	sikeres	helyettesített RING 2	sikeres	nem értékelt

amennyiben a modell globális alkalmazását nem befolyásolja. Az ilyen jellegű módosítások célja, hogy a termelés a valós perforációk minél szűkebb környezetéből és végül perforációkból valósulhasson meg. A TPPM-ben kiemelt szerepet a kútpályától vett távolságuk alapján előrébb rangsorolt (a kúthoz közelebbi megcsapot területekbe tartozó) cellák kapnak. A termelő térfogat felbontásnak főleg adatgyűjtési és analitikai céljai van, mely segít előállítani a végleges kút-környéki paramétereloszlást és a perforációk optimális termelési tényezőinek értékét. Amikor a modell a teljes termelési múltat a valós perforációiból képes illeszteni, prediktív potenciáljának bizonyítására kerülhet sor.

A HM és MV elérhető eredményeinek összehasonlítása

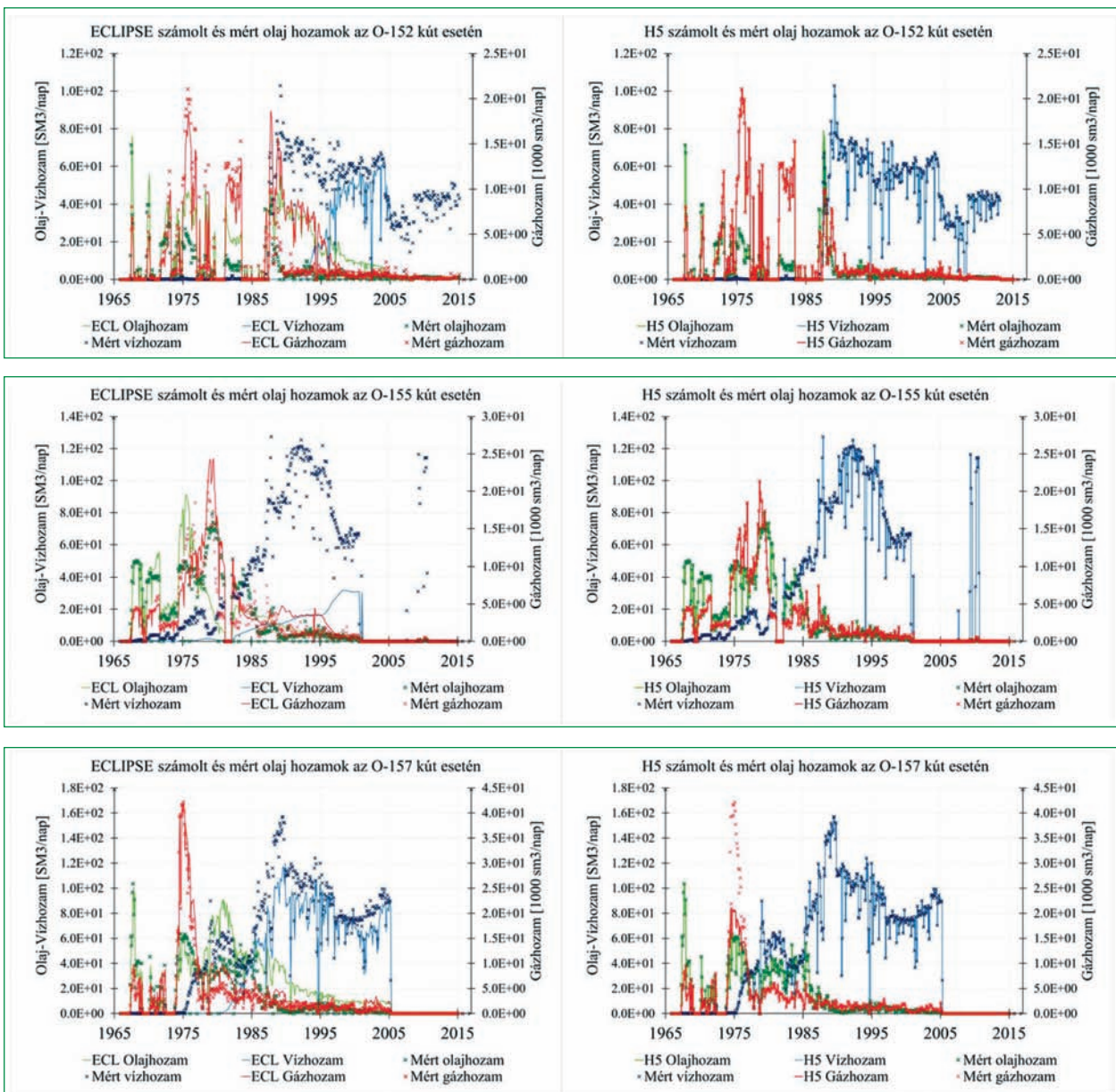
Grafikonon hasonlítottuk össze a MOL által a teljes telepre alkalmazott HM technikával meghatározott, valamint a TPPM-mel a szektor modellen elért illesztési eredményeket a szektor területén elhelyezkedő kutakra. Néhány kiemelt kút grafikonjai a 6. ábrán láthatóak. Általánosan elmondható, hogy a MV módszerrel sikerült a kutak viselkedését (ezzel együtt a teljes telep dinamikáját is) helyesen leírni, a HM módszerrel azonban nem.

A MOL HM dinamikus modelljének esetében a vízhányad, illetve gáz-olaj viszony tekintetében nagy



6. ábra: A HM és MV dinamikus modellek WC és GOR illesztésének eredménye az O-157 kút termelési múltjának egy szakaszára

illesztési pontatlanságok jelentkeznek. (7. ábra) Mivel a HM dinamikus modell nem tudta leírni a termelési múlt vége felé jelentkező alacsony olajtermelési hozamot, kevés az esély arra, hogy a jelenlegi telítettségeloszlását helyesen meghatározta volna, és a belőle adható előrejelzés megbízható lehetne. Az MV modell sem volt képes a jelenlegi állapotban a valós perforációkból a mért hozamokat biztosítani, de azok szűk környezetéből kellő mértékű kompenzációt alkalmazva 100%-os egyezést ért el. Ezzel a modell nagy eséllyel reprodukálja a rezervoár olajteltettségének jelenlegi eloszlását, és már biztosítja ezen alapuló egyszerű előrejelzési módszerek (pl. decline curve) alkalmazhatóságát.



7. ábra: A HM és MV modellekkel elért illesztések O-152, O-155 és O-157 sz. kiemelt kutakra

Összefoglalás

- A TPPM-re (Target Pressure & Phase Method) épülő MV eljárás potenciálisan képes egy, az alapjaiban elfogadható modell kútjait a mért hozamokkal a mért nyomásokon üzemeltetni. Amennyiben ez nem lehetséges akkor a geológia újraértékelendő. Amennyiben igen, akkor az egyben megadja a mozgóképes olaj és gáz egy mai lehetséges eloszlását és hozzáférhetőségét.
- A modellező feladata, hogy vizsgálja mely MV eljárás által kínált modell realizációk harmonizálnak a geológiai koncepcióval.
- A MV sikere esetén a modell alkalmas lokális korrekciókkal a telep dinamikáját fizikai értelemben is leírni. Az MV modellezésnél nem fordulhat elő, hogy egy adott kút érdekében eszközölt modell korrekció hatással legyen más kutakra.
- A HM azért sem használható az Algyő-2 telep esetében mert a jelenlegi 98% feletti vizesedés mellett nem képes az olajhozamot még megközelítően sem számolni és így előrejelzésre is alkalmatlan. Nehéz elképzelni, hogy egy a HM-re alapuló modell képes lenne hitelt érdemlően a besajtoltsági adatok (trészer, tenzid, polimer) transzportját leírni.
- Az Algyő-2 egy erősen heterogén rétegtelep vékony, váltakozóan permeábilis és záró betelepülésekkel. Igen valószínű, hogy a kiszorító víz és gáz egyes rétegszeleteket nem képes elérni azonban a nagyobb permeábilis szeletekben a kutakhoz áttörhetnek. Ilyen állapotok modellezése a hagyományos módszerekkel szinte lehetetlen. Az átlagos telítettségek és a fázisok relatív mozgékonyasága között ekkor már nincs egyértelmű kapcsolat. A

TPPM a kút megcsapolt volumenére értelmezve azonban konzerválja ezt az összefüggést.

- A szerzők valószínűsítik, hogy egy TPPM-re építendő rezervoár management biztosíthatja a telep további 10 évet meghaladó gazdaságos üzemét.

IRODALOM

- Barker, J. W., Cuypers, M.* (2001): Quantifying Uncertainty in Production Forecasts: Another Look at the PUNQ-S3 Problem. In SPE Journal 6, 2001.
- Bos, C.F.M. et al* (1999): PUNQ-2 Project, Final Report (Public Version).
- Dank, V.* (2016): Az Algyő környéki olajmező felfedezése. Első rész, Természettudományi közlöny 147.évf. 3.sz. 104-107.
- Heinemann, Z., & Mittermeir, G. M.* (2010): Application of a New Computer Aided History Matching Approach - A Successful Case Study. With assistance of Abraham, F. A., Gherryo, Y. S., Ben-Shatwan, M. B. Oil and Gas European Magazine (International Edition of Erdöl Edgas Kohle): OG 141 – 145, September 3/2010.
- Heinemann, Z.* (1972): Az Algyő-2 Telep IV/1. Területe Termeléstörténetének Szimulációja. Kőolaj és Földgáz 105.évf. 6.sz. 178-183.
- Mittermeir, G. M., Steiner, C.* (2016): Verification of Geological Models with One Single Simulation Run. With assistance of Gharsalla, M. M., & Heinemann, Z. E. 78th EAGE Conference & Exhibition 2016, Vienna Austria (Jun. 2016)
- Puskas, S. et al.* (2018): Surfactant-Polymer EOR from Laboratory to the Pilot. SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia, Muscat Oman, (March 2018)

SCHULTZ VERA MAGDOLNA 2017-ben szerzett vegyészmérnök BSc-oklevelet a Debreceni Egyetemen, majd 2019-ben olajmérnök MSc-oklevelet a Leobeni Egyetemen. 2021-ben védte meg PhD-értekezését a Leobeni Egyetemen rezervoár-szimuláció tárgyában.

HEINEMANN ZOLTÁN a Leobeni Bányászati Egyetem professzor emeritusa és a Heinemann Oil GmbH (HOL) elnöke. 1977-ben, az iparban eltöltött 15 év után, a Leobeni Bányászati Egyetem rezervoármérnöki professzorává nevezték ki, és 1988 és 2005 között a Kőolajmérnöki Tanszék vezetője volt. Több, mint 100 tudományos és műszaki cikket publikált, és fejleszt a SURE és a PRS tározószimulátorokat. Egyéb műszaki és tudományos tevékenységek mellett 1988-tól 2007-ig Khalid Aziz-zal (Stanford) megosztva elnökölte a két évente megrendezett Nemzetközi Víz-tározó-szimulációs Fórumot. 2003-ban az Orosz Tudományos Akadémia tagjai közé választotta, 2007-ben megkapta az Society of Petroleum Engineers John Franklin Carll-díját.

A Vale értékesíti műtrágya üzletágát

A Bloomberg 2021. november 5-i jelentése szerint a világ egyik legnagyobb bányászati vállalata úgy döntött, itt az ideje, hogy keressen a globális műtrágyarohamon. A brazil vasérc- és nikkelóriás, a Vale a Mosaic Co.-ban birtokolt több, mint 34 millió részvényét adta el 1,3 milliárd dollárért, megszabadulva a 2018-ban vásárolt műtrágyaüzletágától. A Vale kiszáll, miután a Mosaic részvényeinek értéke több mint kétszeresére nőtt az elmúlt egy évben az iparági emelkedés következtében, amelyet a műtrágyahiány és a növényi tápanyagok ugrásszerű áremelkedése idézett elő.

VT