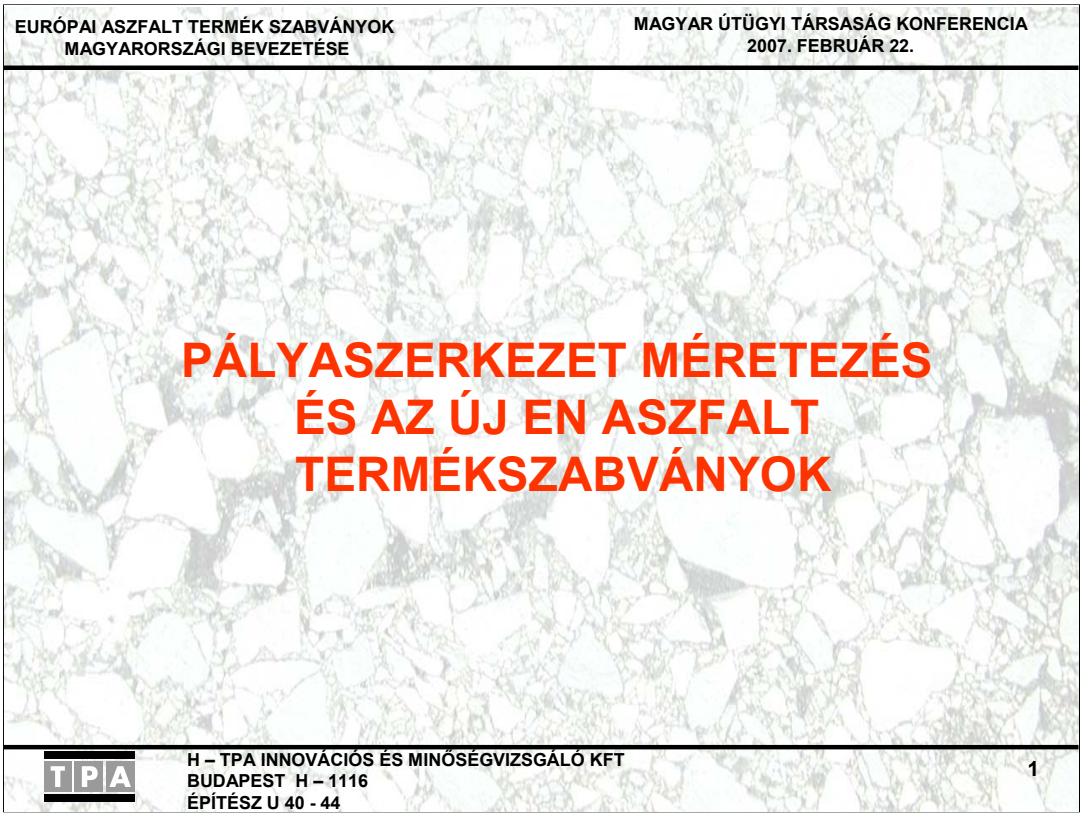
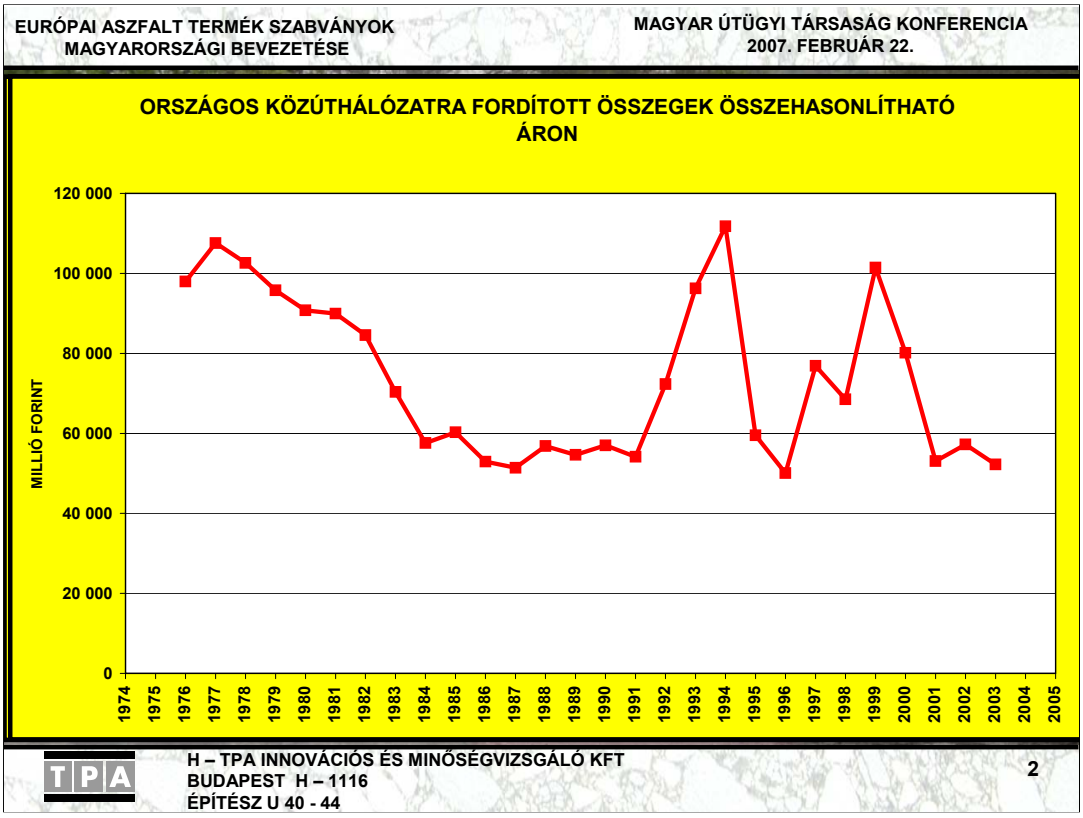



Tisztelt Konferencia, Kedves Kollégák!

Az EU normák bevezetésének folyamatában sok nehéz döntést kell meghozni.

Általában jól látható, hogy az Európai Únió tagjának lenni nem egyszerű dolog, sok mindenhez kell igazodni, új dolgokat kell megtanulni.

Ugyanakkor – bár ez nem mindig érezhető – a csatlakozással új, jó lehetőségek jelennek meg.




Miután hazánk úthálózatának kiépítettsége és állapota elmarad a rohamosan fejlődő motorizációs szint által megkövetelt színvonaltól, továbbá még az EU erőforrások bevonásával sem látszik valószínűnek az, hogy ugrásszerűen nagyobb forrásokat lehessen fejlesztésre és fenntartásra fordítani, az *egyetlen* reális változat a *hatékonyságnövelés* lehet a hálózaton a minőségjavítás megvalósítására.

Miután pedig a források ugrásszerű növelésének lehetőségét kizártuk, a hatékonyságnövelést főleg a kiszámításához használt képlet számlálójának növelésével kell elérni.

Ez pedig – a korábbi felsorolást nézve – nem képzelhető el az építési termékek *teljesítményalapú*

képességeinek meghatározása, előírása és számonkérése nélkül.

***teljesítményelvű követelmény***

**(performance-related requirement) olyan jellemzőre vonatkozó követelmény (pl. keréknyomképződési jellemzők, Marshall – jellemzők), amely valamely, a teljesítményt előrebecslő alapvető (fundamentális) műszaki tulajdonsággal korrelációban áll**



Különösebb időhúzás nélkül csak idézek a szabvány definicióiból kettőt, a megfelelő szóhasználat érdekében.

A teljesítményelv ezen definició alapján, valamilyen – lényegében hagyományosnak tekinthető – követelmény és a valós viselkedés korrelációjátz jelenti.

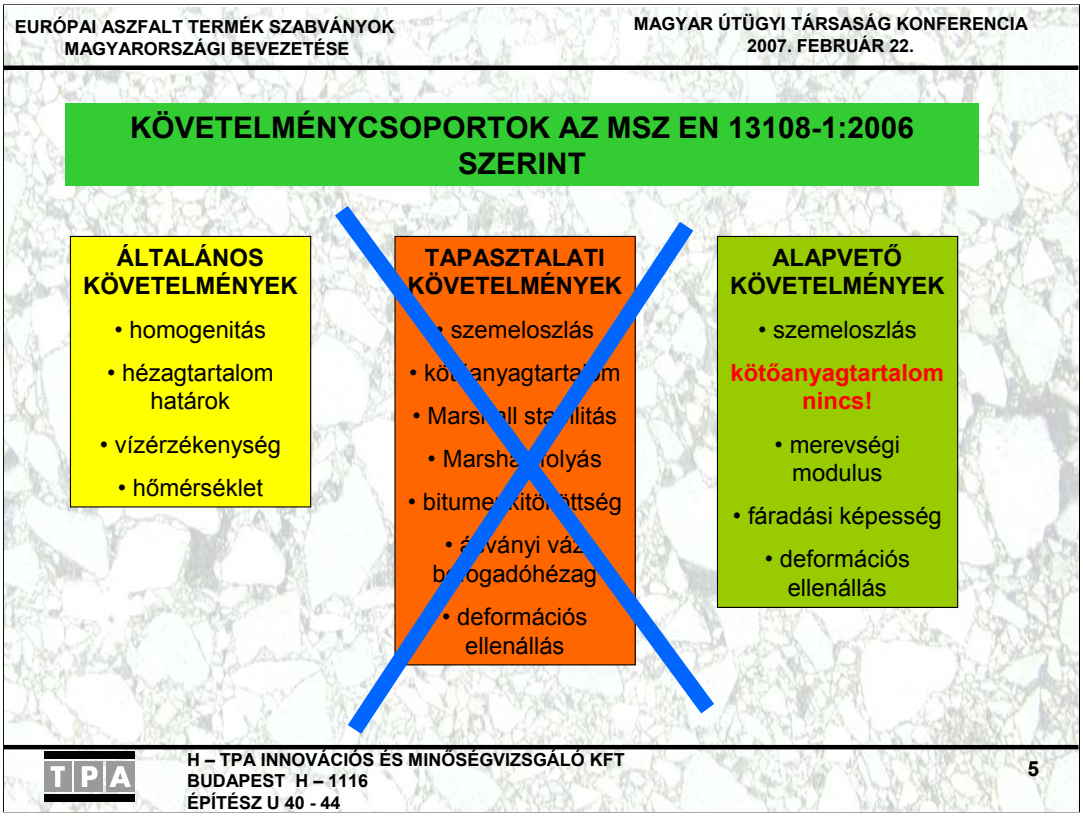
***teljesítményalapú követelmény***

**(performance-based requirement)**
**a teljesítményt előrebecslő alapvető (fundamentális) műszaki tulajdonságra vonatkozó követelmény (pl.: merevség, fáradási tulajdonságok), amely az elsődleges teljesítmény-előrebecslés összefüggéseiben szerepel.**



A teljesítmény alapú követelmény a valós viselkedést előrebecslő, mutató követelményt, előírást jelent.

A szabvány is hangsúlyozza, hogy kiadásával csak egy folyamat kezdetén vagyunk, a teljesítményalapú követelmények hosszabb távon minden területen érvényesülni fognak.




Egy, a pályaszerkezetek tervezésével foglalkozó mérnök számára a kérdés nem kérdés, természetesen az alapvető, a fundamentális követelménycsoport az, ami valóban előremutó.

Önmagában, ha valami korszerűbb, előremutató, az nem kell, hogy azt jelentse, hogy a régi eljárást el kell hagyni.

Az alapvető kérdés az az, hogy a fundamentális követelmények alkalmazásával tudjuk – e növelni a hatékonyságot.

.

# KÖVETELMÉNYEK AZ ÚTPÁLYASZERKEZETEKKEL SZEMBEN:

## *FUNKCIONÁLIS KÖVETELMÉNYEK*

***egyenletesség, deformációmentesség érdesség, stb.***

## *STRUKTURÁLIS KÖVETELMÉNYEK*

***teherbírás, felületi épség, hátralévő élettartam***



Az útpályaszerkezetekkel kapcsolatban különböző követelményeket lehet megfogalmazni, amelyeket strukturális és funkcionális csoportba sorolhatunk.

# A PÁLYASZERKEZET MÉRETEZÉS CÉLJA:

***BIZTOSÍTANI, HOGY AZ ÚJ, VAGY MEGERŐSÍTETT PÁLYASZERKEZET A KÖVETELMÉNYEKNEK (MEGFELELŐ FENNTARTÁS ESETÉBEN) KELLŐ IDEIG MEGFELELJEN A FUNKCIONÁLIS ÉS STRUKTURÁLIS KÖVETELMÉNYEKNEK***



A pályaszerkezete – méretezés célja ezek után nyilvánvaló.

Itt meg kell álljak egy kicsit.

Hazánk – sajnálatosan – rendkívüli mértékben elmaradt a kérdéskörben élen járó országoktól, de az Unióba velünk együtt belépett más országoktól is.

Ma már a hazai átlag mérnök tudásának sokszorosát teszik ki azok a megalapozott eredmények, amelyeket szisztematikus kutatások alapján alakítanak ki nagyon sok európai országban.

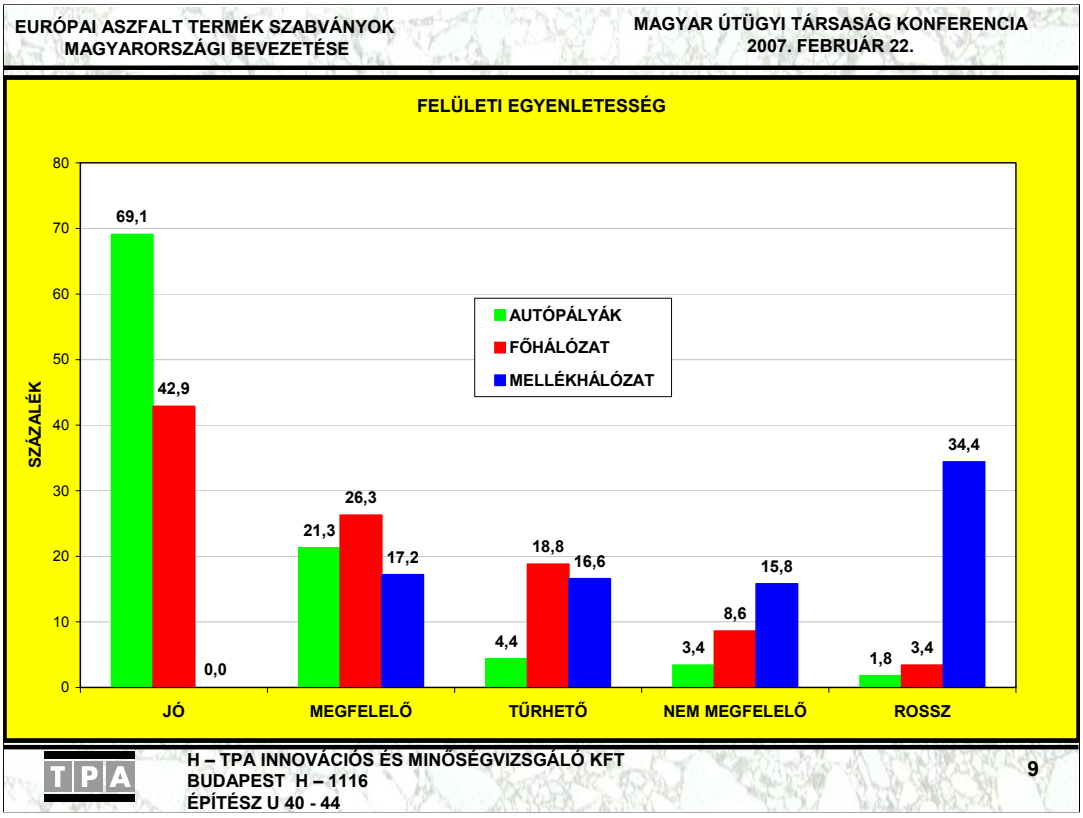
Ez a fórum nem alkalmas ezen állítás részletes igazolására, ezért ettől kérném a hallgatóságot, hogy tekintsen el, de bármilyen más alkalommal, és helyen hajlandó vagyok állításaimat bizonyítani.

Inkább csak példaként mutatom be a következő képet.

A képen egy lengyel autópályaépítés pályaszerkezetének 1:1 léptékű vizsgálatát láthatjuk, a résztvevő intézmények logojával, büszke vagyok arra, hogy cégem logoja is szerepel az exkluzív nemzetközi környezetben.

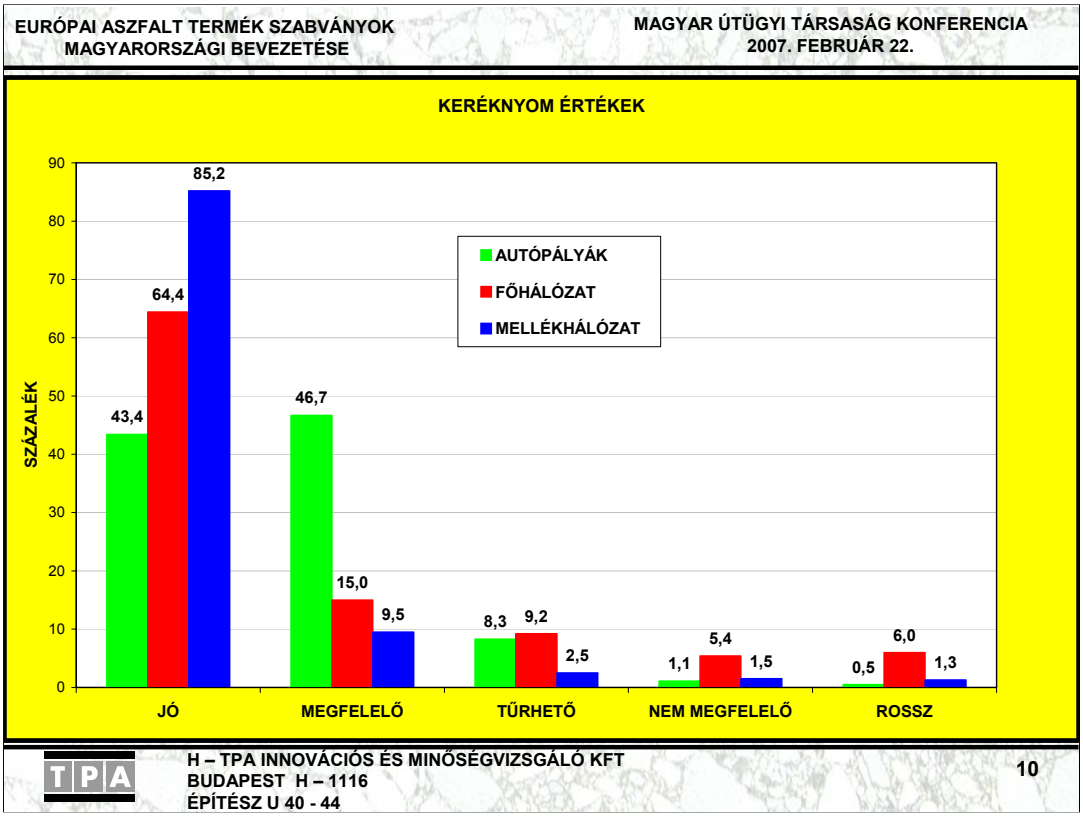
A kísérlet eredményeként a pályaszerkezet aszfaltvastagságát 40 mm – el lehetett csökkenteni – mintegy 90 km autópályahosszban, ez 72000 $m^3$ aszfalt megtakarítását jelentette, ez mintegy 15 millió euró, maga a kísérlet mintegy 1 millió euróba került.

Ez mutatja a módszerek gazdasági hatékonyságát is




Nézzük akkor, hogy az országos közúthálózaton a követelmények hogyan teljesülnek, azaz milyen állapotban van a hálózat.

A felületi egyenletesség szempontjából az állapotadatok visszaigazolják érzéseinket, az autópályák jók, a főúthálózat éppen – éppen, a mellékúthálózat viszont nagyon rossz képet mutat.



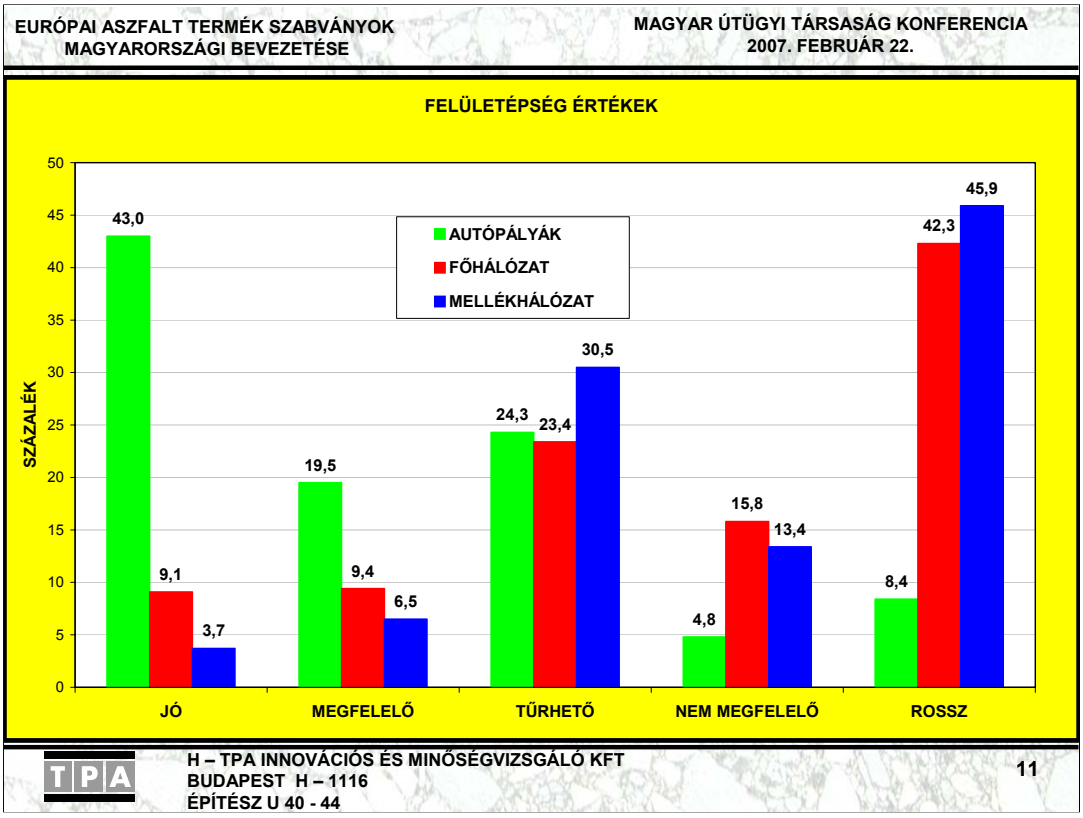

A keréknyom állapotadatokat nézve ambivalens érzéseim vannak.

Saját tapasztalataim nem támasztják alá a mellékúthálózat „kiváló” állapotát, az a gyanúm, hogy a követelményszint itt nagyon alacsony.

A nagyforgalmú hálózaton – itt más a követelményszint – a kép szerintem valósághűbb, ami azt is jelenti azonban, hogy generális problémát nem látok (az állapotadatok alapján)

Ennek megfelelően azt hiszem, hogy az az általános vélekedés – miszerint az aszfalttechnológia nem képes megfelelő válaszokat adni a kihívásokra – nem felel meg a tényeknek.

Néhány – kétségtelen kudarc – ne vigyen minket általánosításokba.




A felületépség állapotmutató – ami tapasztalataim szerint leginkább a repedések számára „érzékeny” – elég világosan mutatja, hogy ma a legfontosabb problémát a repedések jelentik, azok mindenféle formájában.

Itt egy kis kitérőt tartanék, az Eu norma legnagyobb hiányosságának tartom azt, hogy az aszfaltok hidegviselkedését mintegy fiogyelmen kívül hagyja.

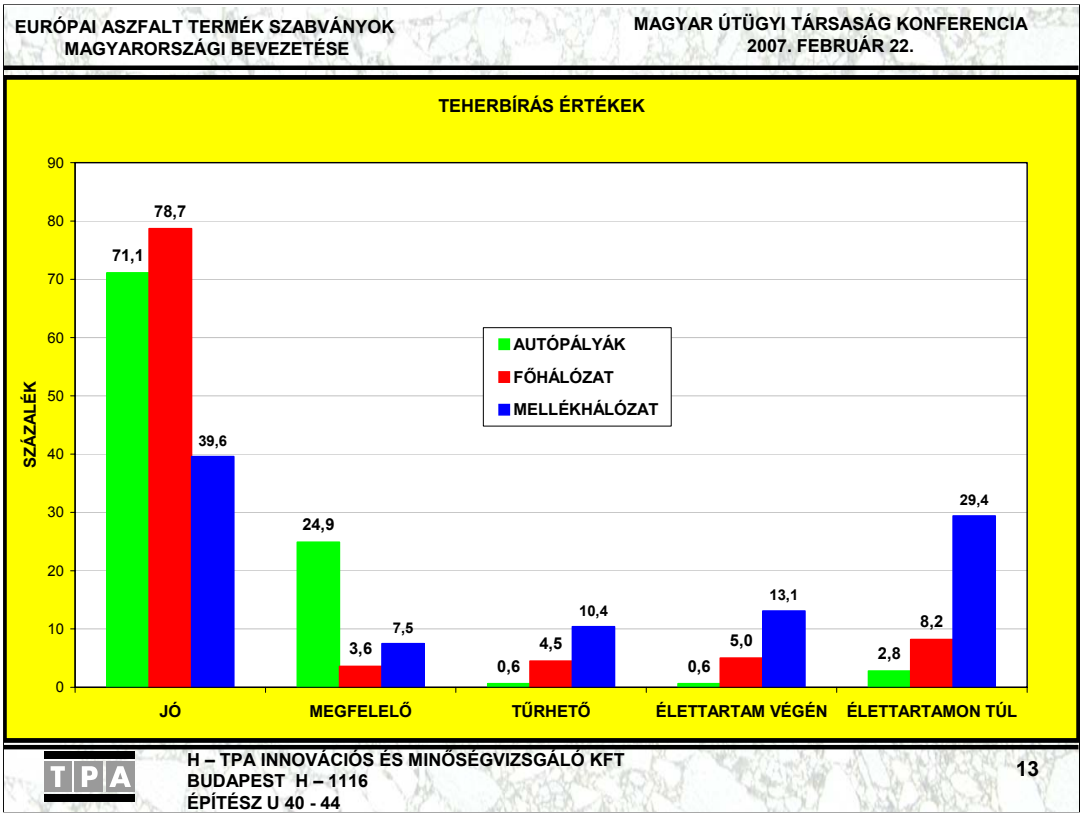
A valóság ugyanis a képen látható.

A termékszabvány – követelményeinek betartása esetében a következő „jóslatszerű” megállapítást teszi.

Az események ismeretében ezzel a jóslattal nem érthetünk egyet mindaddig, amíg valami előírás, vizsgálat, becslés a hidegviselkedés – repedésérzékenység témakörben nem áll rendelkezésünkre.

Könnyen lehet, hogy itt nem is egy, hanem két problémával állunk szemben, hiszen elég világosan különböző tönkremenetelek jelentkeznek, ugyanakkor erős a meggyőződésem, hogy a megoldás az aszfaltok reológiai tulajdonságainak mind jobb megismerésén keresztül lehetséges.

Javaslom, hogy ez a kérdés külön is kerüljön napirendre, a gondolkodáshoz pedig nagyon nagy segítséget adhat a képen látható anyag tanulmányozása, amelyet valamennyi kolléga figyelmébe ajánlok.




Tovább szemlélve ez állapotadatokat, a tapasztalatainknak megfelelő képet látjuk a teherbírási állapotról.

Ha visszaidézzük a felületi épség adatait, némi ellentmondást lehet látni, hiszen a felületépség sokkal roszabb képet mutat.

## ORSZÁGOS KÖZÚTHÁLÓZAT ÁLLAPOTPARAMÉTEREINEK KORRELÁCIÓJA

| | TEHERBÍRÁS | FELÜLET ÁLLAPOT |
|---|---|---|
| AUTÓPÁLYÁK | 0,863 | |
| FŐUTAK | -0,397 | |
| MELLÉKUTAK | 0,038 | |

?



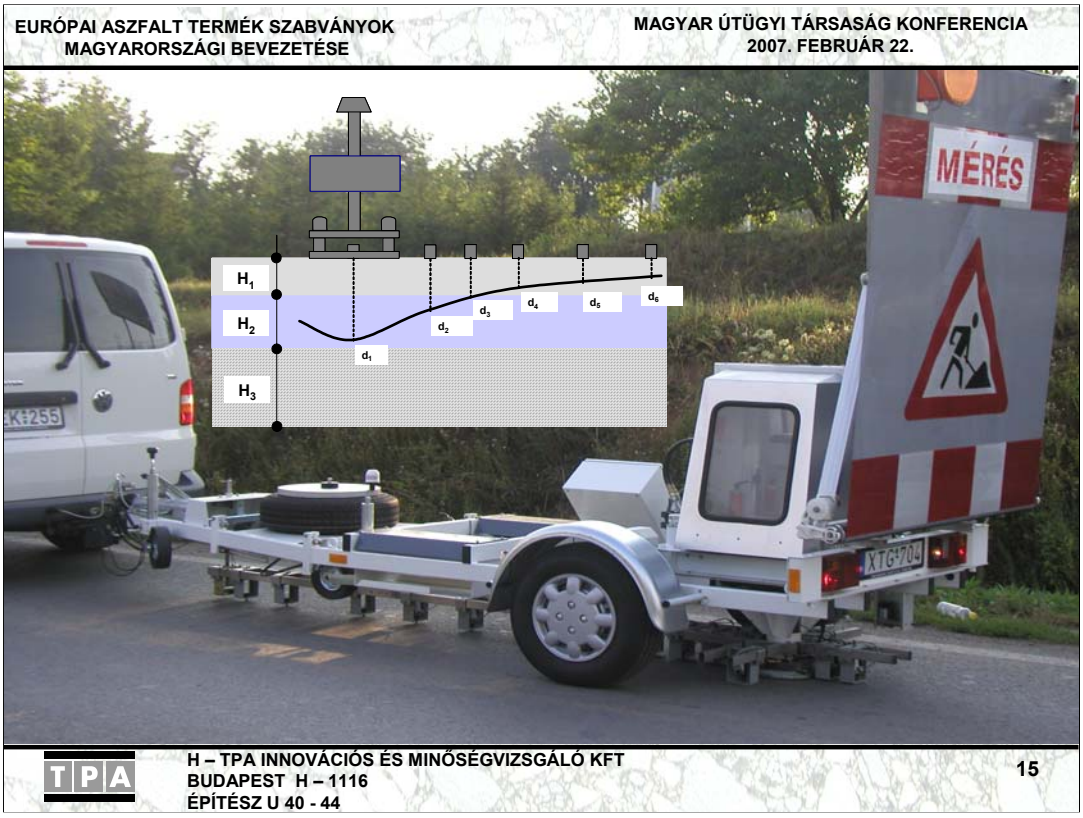
Egyszerű korrelációszámítást végezve, megállapítható, hogy az autópályákon a két paraméter erős korrelációban van mint azt a józan ész és a fizika szabályai is alátámasztják.

Nem magyarázható azonban a teljes úthálózat döntő részén mutatkozó korrelálatlanság, pláne negatív korreláció.

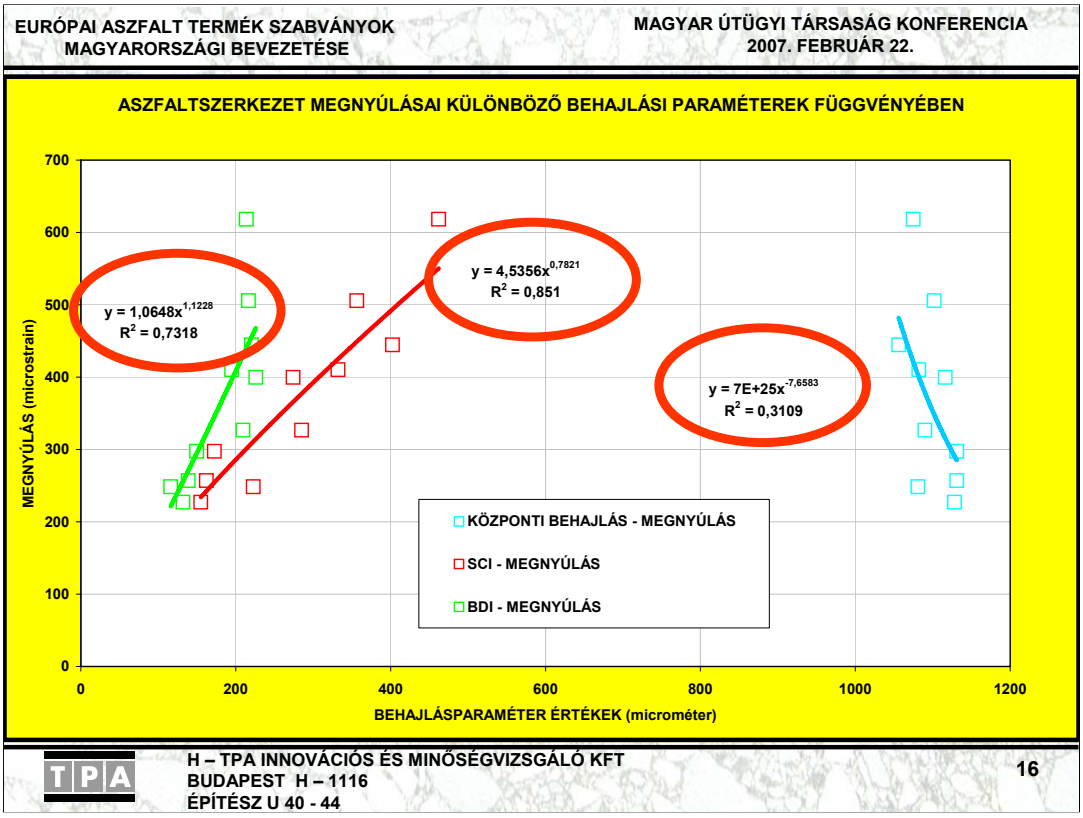
Úgy gondolom, hogy az adatfelvételek korrektek, tehát a probléma a kiértékeléssel van.

Ha fundamentális, alapvető követelményeket akarunk, akkor a teljesítmény méréséhez megbízható fizikai alapokon álló paramétereket kell használni.

Az aszfalt azért reped el, mert a terhelés és az egyéb kényszerek(meteorológiai hatás) következtében fellépő megnyúlások nagyobbak, mint az aszfalt fáradási képessége.



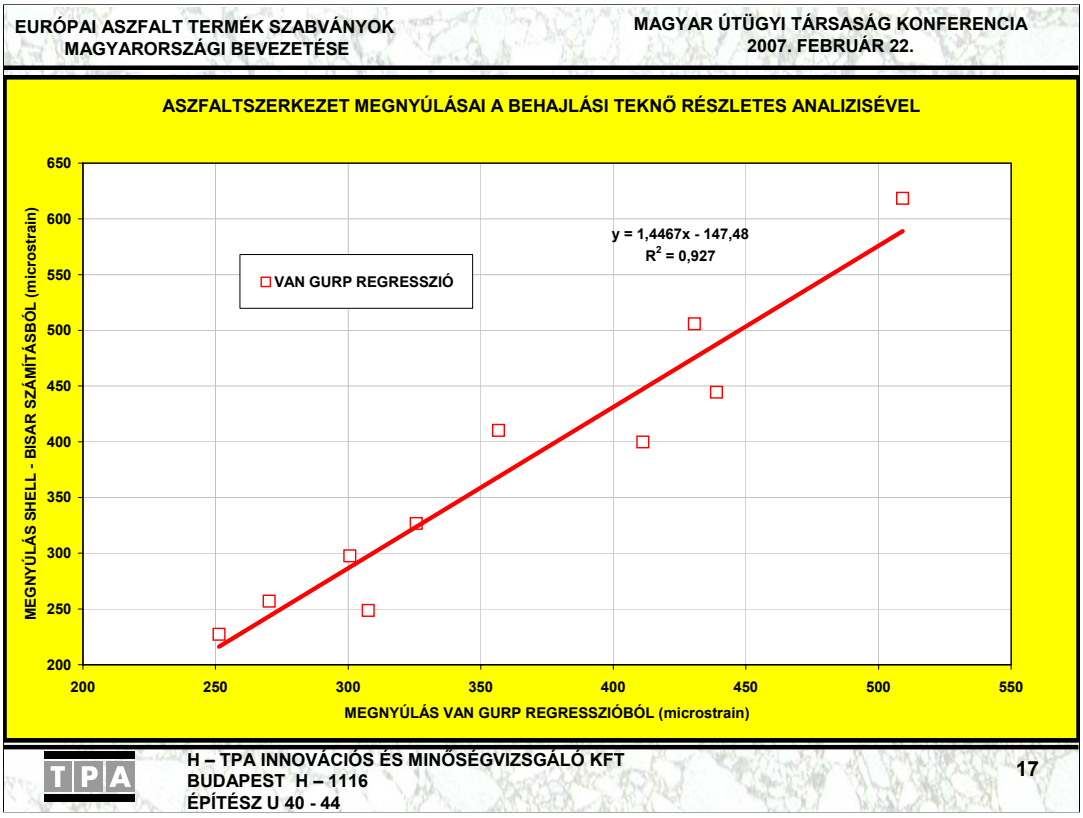

Ha az állapotfelvételt FWD – vel végezzük, lehetőségünk van a behajlási teknő teljes alakjának felvételére, amiből megállapítható a terhelés hatására keletkező megnyúlás is.




Egy konsrtruált példát látunk, van 10 különböző rétegvastagságú és rétegenként eltérő mechanikai tulajdonságú pályaszerkezetünk.

A központi behajlás értékek – a Benkellmann tartóval lényegében ezt határozzuk meg – láthatóan nagyon rosszul magyarázzák a szerkezet aszfaltrétegének alján keletkező megnyúlást.

Ha a behajlási teknő különböző paraméterei és a megnyúlások között keresünk korrelációt, már nagyon határozott összefüggést látunk.

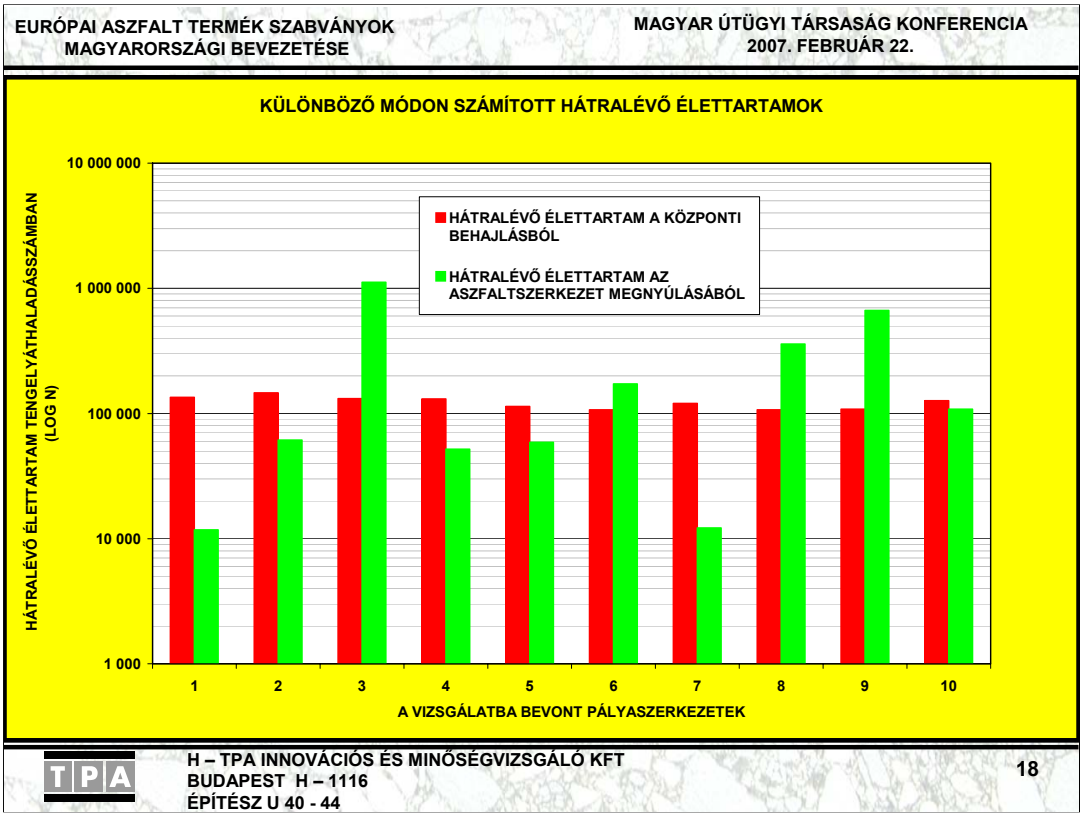



Az összefüggés csaknem függvényszerű, ha a delfti egyetem kíváló PHD szerzője, van Gurp által kifejlesztett regressziót nézzük.

Az összefüggés inputjai kizárólag a behajlási teknő adatai és az aszfaltvastagság, outputja pedig az aszfaltrétegben keletkező megnyúlás.

Azaz az FWD technológia a konkrét igénybevétel meghatározását teszi lehetővé, a bizonytalanabb behajlásérték helyett, azaz lényegesen nagyobb mennyiségű információt felhasználva (ezek egyébként elvileg rendelkezésünkre állnak a KUAB mérésekből is)nyilván megbízhatóbb eredményt ad.

Mély meggyőződésem, hogy a teherbírás – felületállapot korrelálatlanság egyik fő oka ebben, a kiértékelés nem teljesítményalapú módjában rejlik.




Mit jelent ez az árnyaltabb kép a közutak fenntartásában?

A 10 példa pályaszerkezet hátralévő élettartamát kiszámítva jelenlegi előírásaink és az alapvető követelményeket alkalmazó módszer szerint nagyon más képes kapunk.

A piros színű – a behajlási kritériumon alapuló – hátralévő élettartam nyilván nagyjából azonos.

A függőleges tengely logaritmikus léptéke azt mutatja, hogy az alapvető módszereken alapuló eljárással nagyságrendi különbségek mutatkoznak.

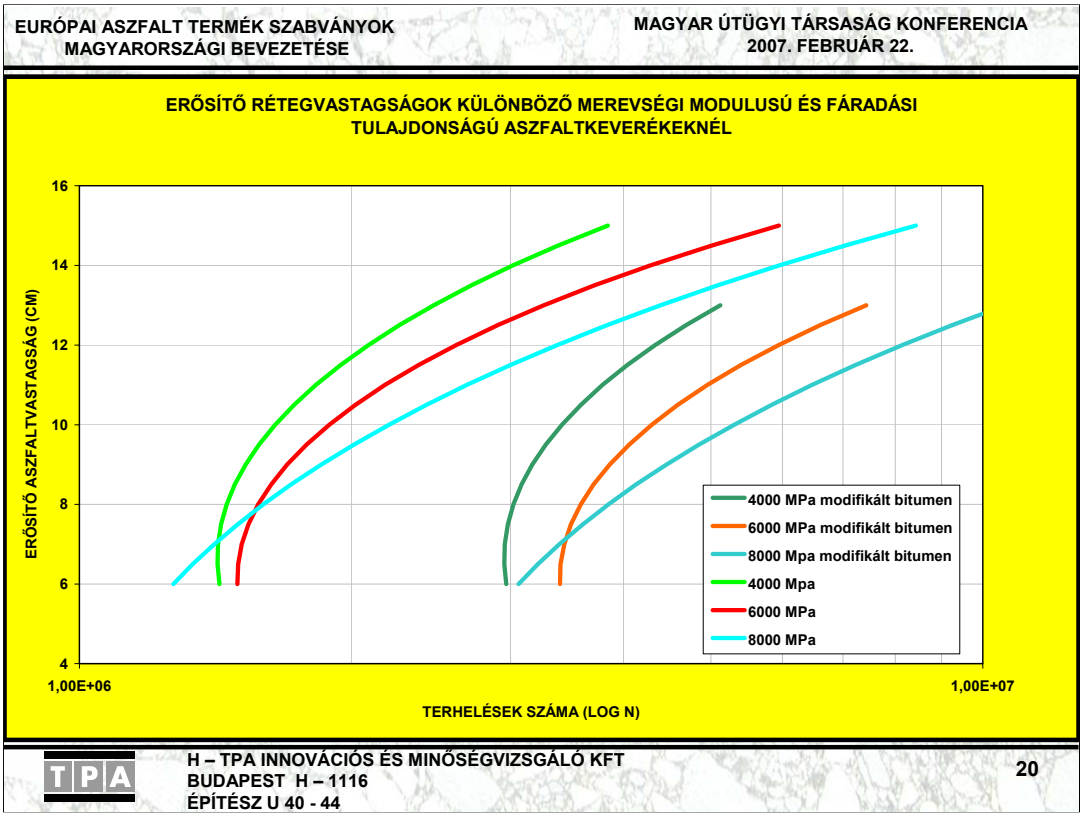
Azaz, egy PMS szemléletben világos sorrend mutatkozik a megerősítésre, a valós szükségletekhez igazodva.

Ez önmagában is jelentős hatékonyságnövekedést jelent.

| RÉTEGREND ÉS MECHANIKAI MODELL | | | |
|---|---|---|---|
| MEGNEVEZÉS | VASTAGSÁG (mm) | MODULUS (Mpa) | POISSON TÉNYEZŐ |
| aszfalt | 100 | 1500 | 0,35 |
| zúzottkő alap | 350 | 300 | 0,35 |
| földmű | - | 40 | 0,35 |



Kiválasztva az előző tíz pályaszerkezet közül egyet, annak megerősítését mechanikai alapon, az alapvető követelmények felhasználásával elvégeztük.

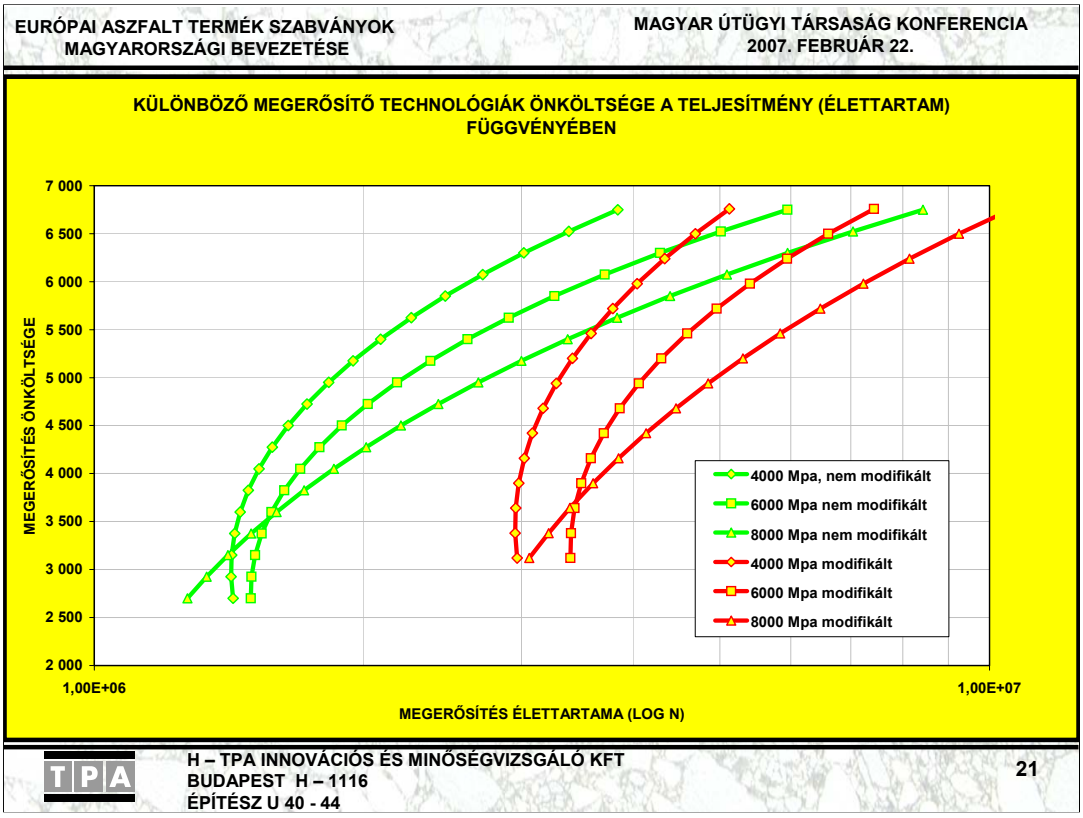



A mechanikai módszerek használatával összesen hatféle aszfaltkeverék (három, tulajdonságaiban a konvencionális, három pedig elasztomermodifikált bitumen feltételezésével)esetében kiszámoltuk a szükséges erősítővastagság értékeket a terhelésszám függvényében.

A számítást kissé egyszerűsítetten, de valós és teljesíthető aszfalt paraméterek feltételezésével végeztük el.

Észre kell venni, hogy a fenti diagram a konkrét pályaszerkezere vonatkozó méretezési diagram, ezez általános esetekre nem alkalmas.

Ugyanakkor feltűnő, hogy a behajlási kritérium felhasználásával nyerhető hasonló görbe alapvetően más jellegű, ami érthető, hiszen lényegesen eltérő a kritériumrendszer.

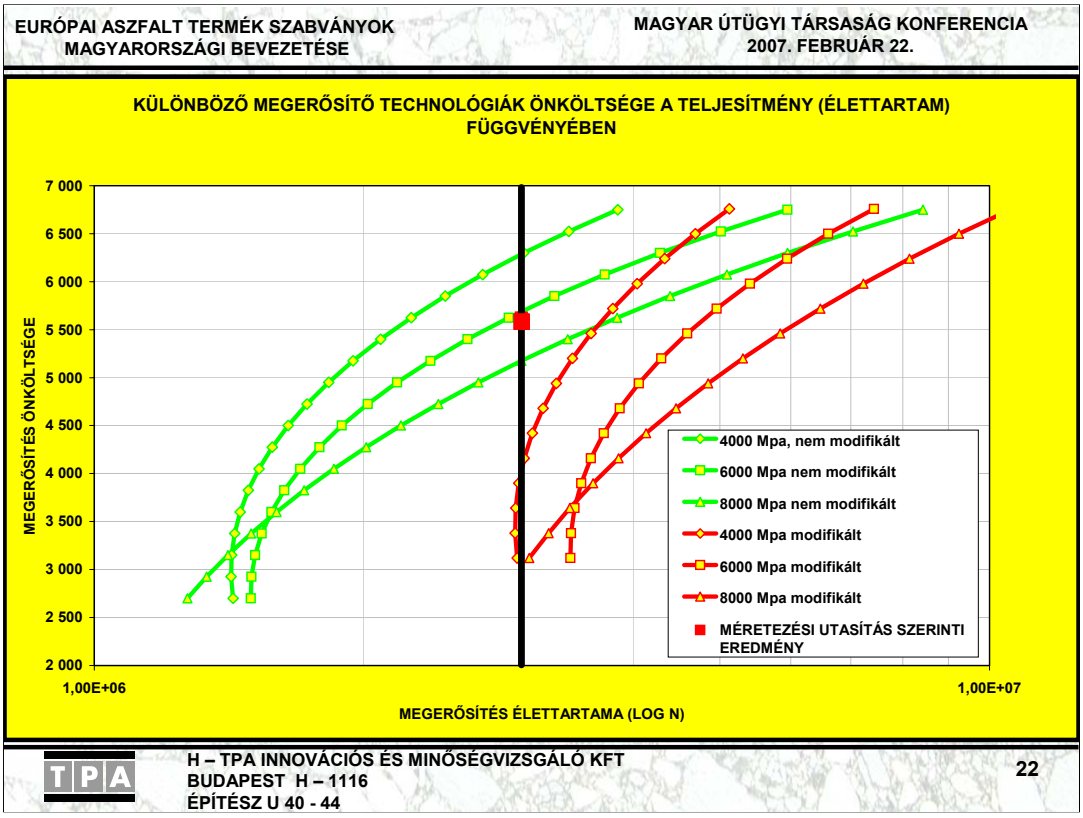



A következő képen látszik a lényeg.

Az ilyen módon elkészített méretezés, ami egyrészt árnyaltabban, ezáltal pontosabban veszi figyelembe a meglévő szerkezet tulajdonságait, továbbá az aszfalkeverékek fundamentális jellemzőin alapul, a tervező számára egy sokkal gazdagabb lehetőséget ad a gazdaságosság, a hatékonyság mérlegelésére.

A függőleges tengelyen a megerősítés önköltsége látható, ahol figyelembe van véve a nyilván drágább modifikált kötőanyag, viszont a jobb fáradási tulajdonságok is.

A kép magáéert beszél.




Egy, mondjuk 3 Mio terhelésszám esetére a méretezési utasítás szerint m2 – ként kb 5500 Ft ráfordítással tudjuk, hagyományos kötőanyag esetén a feladatot megoldani.

Ha figyelembe vesszük az aszfaltkeverékek teljesítményalapú előírását, akkor egy 8000 MPa modulusú aszfalt esetében – hagyományos kötőanyag esetében – kb 500 Ft/m2 költségcsökkentés valósítható meg.

Ha modifikált kötőanyagot használunk – a vastagságcsökkentés miatt – a drágább olcsóbb lesz, egészen drámai mértékben.

Úgy gondolom, hogy állításom, ami a hatékonyságnövekedésről szólt ezzel igazolódott.

Természetesen ehhez lényegesen nagyobb tudás, speciális szoftverek, anyagvizsgálati módszerek kellenek, de a hozam lehetőség biztosan megéri ezen többlet ráfordításokat.

**„…. a pályaszerkezeti mérnök ne tévessze szem elől a végső célt, nevezetesen, *csökkenteni az össztársadalmi költségeket*, ahol a költségek tartalmazzák az összes költség elemet (VOC, időveszteségek, balesetek, zajszint, esztétikai megjelenés, stb.). A legtöbb ilyen költség számszerűsítése politikai döntés kérdése, de ez még nem ok a költségek figyelmen kívül hagyására. Az útépítő mérnöknek kell kifejlesztenie azokat a modelleket, amelyek lehetőséget adnak a *politikusoknak* a lehetőségek mérlegelésére, hogy kiértékelhessék döntéseik következményeit”**

***Per Olof Ullitz***



Nem tudom mással befejezni, mint az egyik nagyon jelentős eredményeket elérő mérnöktől átvett idézettel.

Azt hiszem ehhez nem kell különösebb kommentár.

Köszönöm a türelmet.