



Az Út és Vasútéptézési tanszéken folyó PhD kutatási munkák

Doktori téma: Útpályaszerkezetek méretezési rendszerének fejlesztése

PhD hallgató:
Dr. Primusz Péter,
doktorandusz

Témavezető:
Dr. Tóth Csaba,
egyetemi docens

Bevezetés

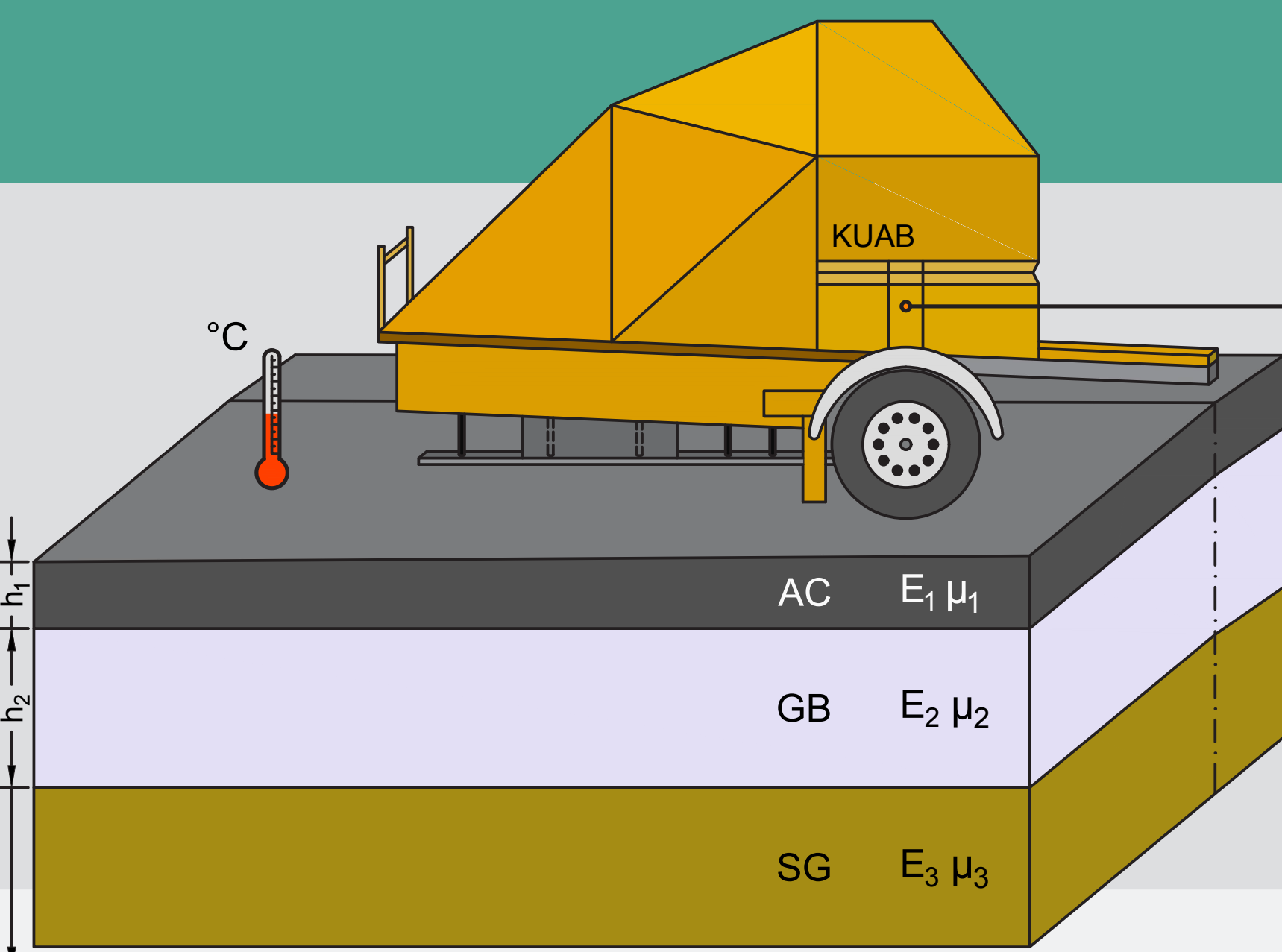
A meglévő útpályaszerkezet teljesítőképessége előbb vagy utóbb kimerül, így felújításra, erősítésre van szükség. A hajlékony útpályaszerkezetek egy új aszfalttréteg ráépítésével erősíthetők meg, ahol az erősítőréteg szükséges vastagságát a meglévő leromlott állapotú útpályaszerkezet szabványterhelés hatására ébredő rugalmas alakváltozása alapján szokás meghatározni.

Problémát jelent az észlelt alakváltozások helyes értelmezésekor az aszfaltanyagok viskoelasztikus viselkedéséből (hőmérséklet és terhelési frekvencia függés) valamint a földmű változó nedveségtartalmából következő merevség ingadozások kiküszöbölése, ami egyben a pontos pályaszerkezet-diagnosztika alapkövetelménye is.

Kutatás célja

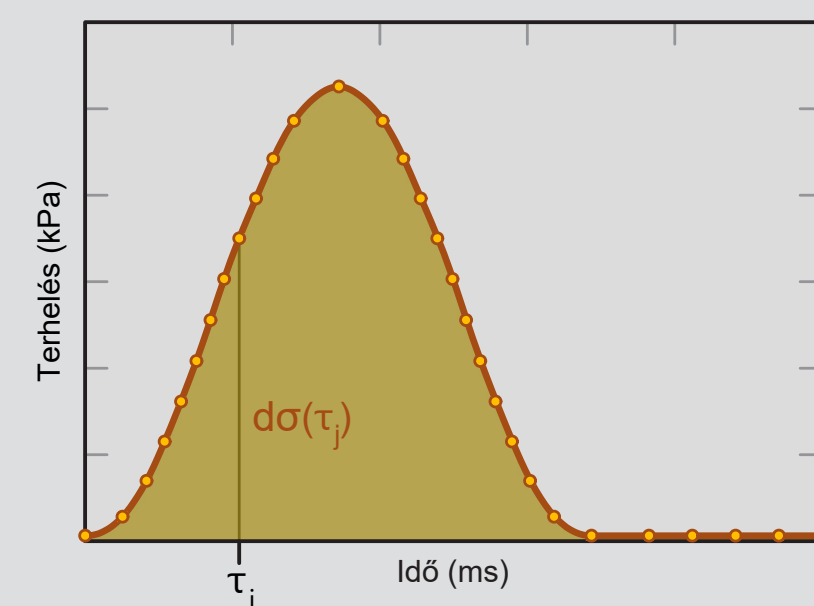
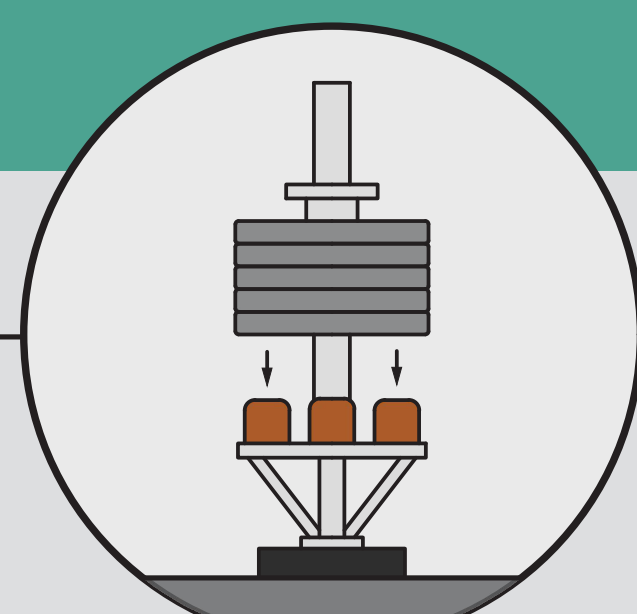
A kutatás elsődleges célja egy olyan mechanikai alapokon álló útpályaszerkezet méretezési keretrendszer kidolgozása, amely a szerkezet elemzésénél a laboratóriumi anyagvizsgálatok mellett az in-situ útpályaszerkezet-diagnosztika (pl. ejtősúlyos berendezés (FWD), georadar) eredményeit is felhasználja. Ebből következően új útpályaszerkezetek méretezésére és meglévő útpályaszerke-

tek szükséges erősítőrétegének meghatározására egyaránt felhasználható. Mivel pályamegerősítésnél az erősítőréteg anyaga aszfalt, ezért a kutatási programban elsődlegesen az aszfaltanyagok viskoelasztikus tulajdonságainak laboratóriumi és in-situ vizsgálati módszereivel, és azok eredményeinek mechanikai modellszámításokban történő felhasználásával foglalkozunk.

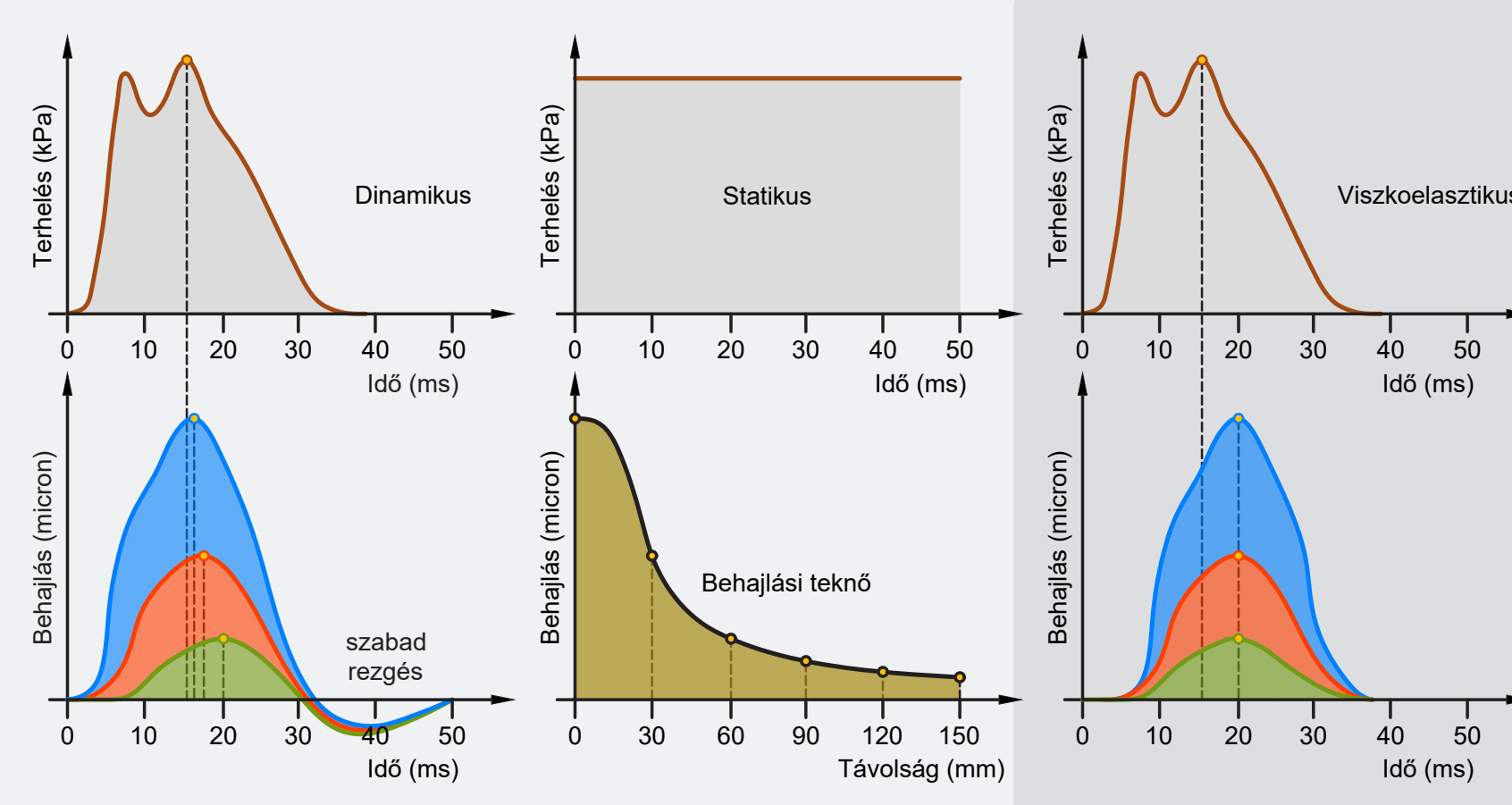


Ejtősúlyos berendezés (FWD)

A jelenlegi közúti gyakorlat hajlékony útburkolatok terhelés hatására bekövetkező alakváltozását, vagyis a behajlást a **nehéz ejtősúlyos** (Falling Weight Deflectometer – FWD) berendezésekkel méri. Az FWD készülék a dinamikus terhelés hatására bekövetkező függőleges elmozdulást a burkolaton elhelyezett gyorsulásmérő szenzorok segítségével, több ponton egyszerre, nagy pontossággal méri. A berendezés méri a levegő és a burkolat hőmérsékletét is.



Modellezési technikák



Schapery (1965; 1974) kvázi-elasztikus közelítés

$$u_H^{ve}(t, r, z) \cong u_H^e(E(t), r, z)$$

Burmister (1945; 1945) többretegű rugalmas rétegek

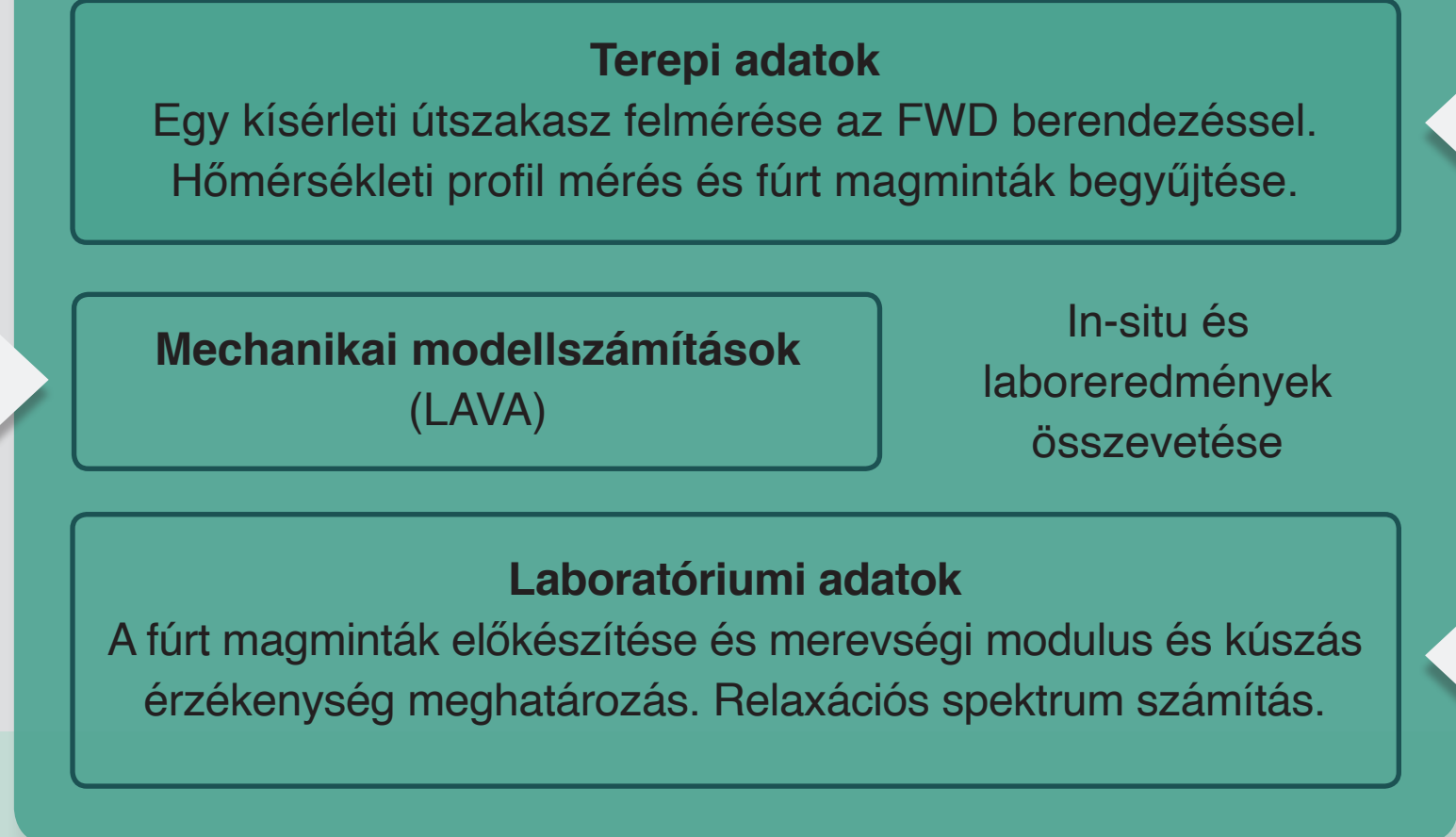
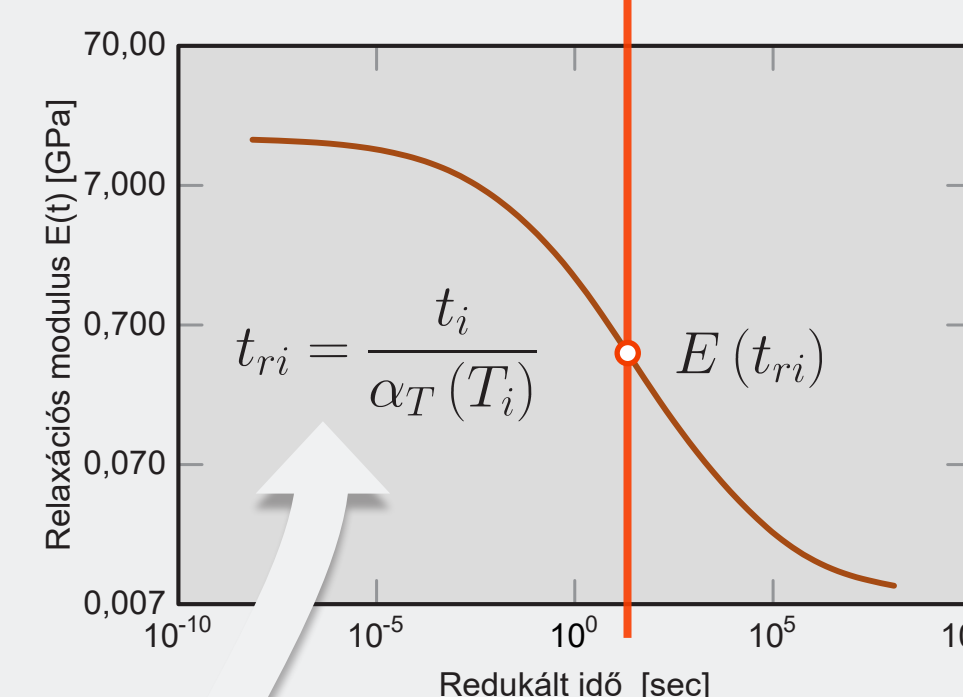
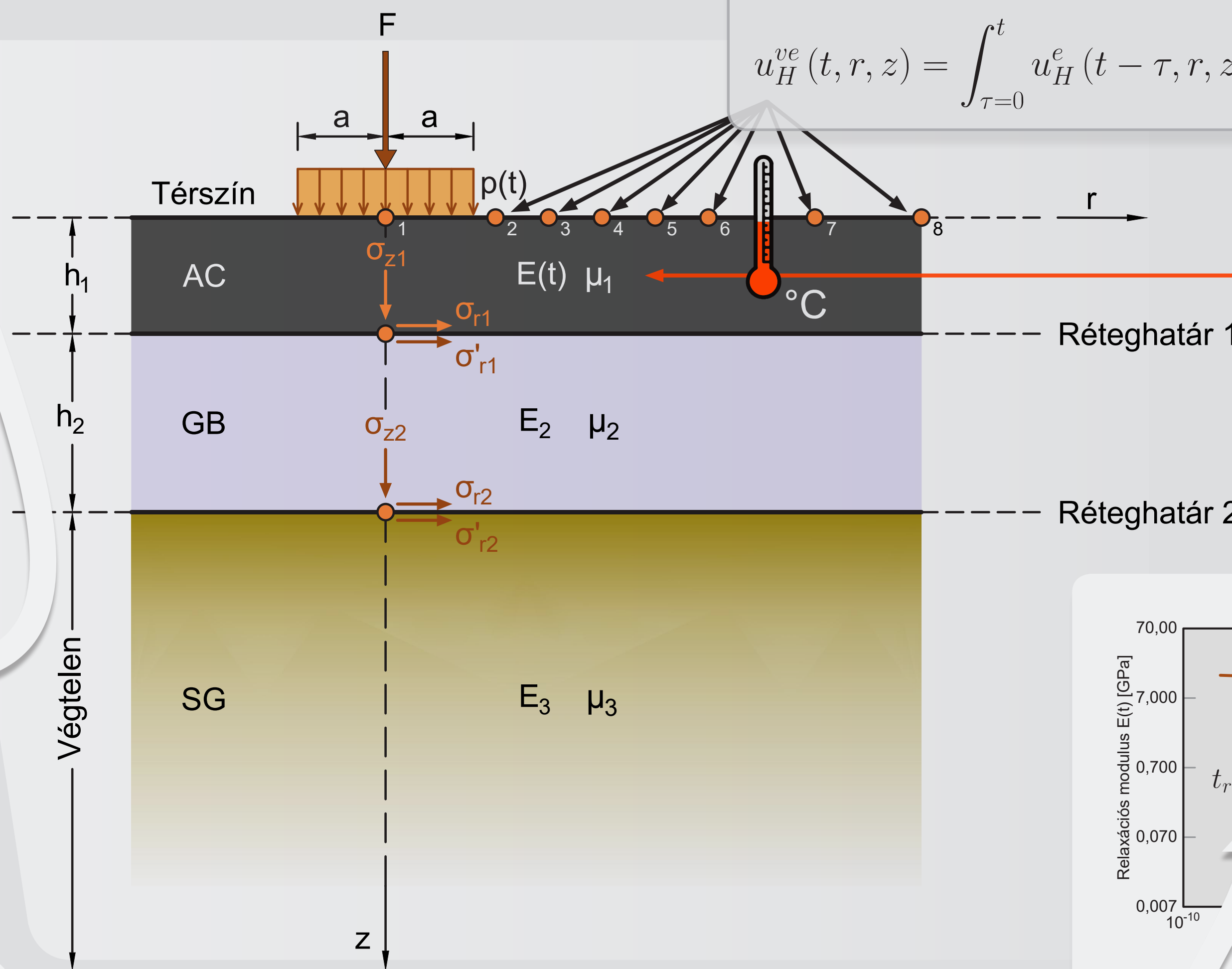
$$u_H^e(E(t), r, z)$$

Boltzmann-féle szuperpozíciós elv

$$u_H^{ve}(t, r, z) = \int_{\tau=0}^t u_H^e(t - \tau, r, z) \frac{d\sigma(\tau)}{d\tau} d\tau$$

Többretegű viskoelasztikus rétegek elmélete Layered Viscoelastic Algorithm (LAVA)

A mechanikai modell kidolgozása az aszfaltanyag viskoelasztikus viselkedésének, a merevség hőmérséklet és terhelési idő függésének figyelembevételével történik. A reológiából ismert hőmérséklet-idő hasonlósági elv alapján a laboratóriumi vizsgálatokból megkonstruált ún. aszfaltkeverék mestergörbével a különböző hőmérsékleten és frekvencián mért anyagjellemzők (komplex modulus, $E^*(\omega)$), relaxációs modulus, $E(t)$) jól tanulmányozhatók és könnyedén beépíthetők a mechanikai számításokba. A számítás alapját az adja, hogy kvázi-statisztikus terhelésnél a viskoelasztikus $u_H^{ve}(t)$ elmozdulások bármely tetszőleges t időpillanatban jól közelíthetők lineárisan rugalmas u_H^e ($E^*(t)$) elmozdulásokkal, ha az anyag E rugalmassági modulusát az adott t időponthoz tartozó $E^*(t)$ viskoelasztikus (relaxációs) modulusának felettjük meg.



Eredmények

A kutatás végére várhatóan a viskoelasztikus elemeket tartalmazó mechanikai számítási modell egyrészt alkalmas lesz a laboratóriumi adatok alapján új szerkezetek tervezésére, másrészt pedig az in-situ pl. FWD vizsgálatok feszültség-alakváltozás idősoraiból képesé válik visszaszámolni a meglévő és leromlott állapotú útpályaszerkezetek anyagjellemzőit (pl. a rétegmodulusokat vagy a károsodott aszfalttréteg mestergörbéket).

A helyszínen fűrt magminták laboratóriumi vizsgálatainak és a mért szerkezeti reakciókból visszszámolt anyagjellemzők értékeinek összehangolásával pedig tovább finomítható a meglévő leromlott állapotú szerkezet modellje, és így a szükséges beavatkozás és annak hatása is jobban megérthető.

Laboratóriumi anyagvizsgálatok

A laboratóriumi anyagvizsgálatok közül a hengeralakú aszfaltkeverék minták komplex rugalmassági modulusának meghatározására kidolgozott DT-CY (Direct Tension to Cylindrical Specimens) és a fázis ellenállás és kúszási érzékenység jellemzésére ajánlott ITT (Indirect Tensile Test) eljárásokat vizsgáljuk. A reológiai anyagfüggvények szerint a relaxációs modulus és a kúszási érzékenység, valamint a relaxációs modulus és a komplex rugalmassági modulus között kapcsolat van, így azok egymásba átszámolhatók. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a laboratóriumban készített és a fűrt magminták reológiai jellemzőit közvetlenül megmérjük, valamint az átszámítási módszereket mérési adatokkal igazoljuk.



Az idő-hőmérséklet hasonlósági elve

$$E^*(\omega) \rightleftharpoons E(t) \rightleftharpoons D(t)$$

