

Utvärdering av kontrollmetoder för obundna granulära material

Philip Hon

Övergång från tub-TV till platt-TV med HD-kvalitet är ett genombrott i den tekniska världen. Den tekniska utvecklingen innebär dels kvalitetsförbättring och dels modernisering av äldre teknik. På liknande sätt eftertraktas snabbare och bättre metoder för packningskontroll under ett vägbygge. Idag görs trafikarbetet på drygt 60 miljarder km. Investeringen på vägnätet under 2009 var drygt 11 miljarder kr. Målet är att effektivisera vägbygganden och att förbättra resursutnyttjande. I dagsläge utförs packningskontroll på obundna granulära material eller jordmaterial i huvudsak med statisk plattbelastning (PLT). Metoden är fundamental men tids- och platskrävande. För att möta dagens behov av effektivitet och hållbar utveckling är det nödvändigt att förnya dagens teknik för packningskontroller.

Fallviktsdeflektometer (FWD) är ett relativt snabbt och informativt sätt för att kontrollera bärighet och packning på en vägkonstruktion. Genom att tillämpa en avancerad utvärderingsmetod möjliggörs en bättre bedömning av en konstruktion gentemot PLT. Den relativa korta mätningstiden hos FWD medger även ett bredare användningsområde. Metoden kan exempelvis tillämpas i aktiv design d.v.s. resursanpassat byggande och på så sätt bidrar till ett hållbart samhälle.



Figur 1 Fallviktutrustning

Samband mellan FWD och PLT

PLT är föreskriven som kontrollmetod i svensk standard. Kraven ställs utifrån deformationsmoduler¹ som fås direkt från mätresultat. Ett enkelt sätt att införa FWD som kontrollmetod är att finna ett samband mellan FWD respektive PLT utifrån deformationsmodulerna. Med andra ord är målet att

skapar en ekvation som kan översätta deformationsmodulen från FWD till PLT.

I studien konstateras att sambandet inte är särskilt starkt. Tidigare forskningar visar också att sambanden varierar och är i stort sett plats- och tidsunika. Orsaken till det svaga sambandet förklaras av att deformationsmodulen är beroende av ett antal oberoende variabler. Skillnad i belastningstyp, belastningstid och mätdjup har betydelse i jämförelsen. Ett slag under FWD-mätningen är en i tiden koncentrerad belastning som kan penetrera djupt ner i marken medan PLT genererar en bredare omfattning av belastningen. Ett bra samband skulle alltså vara en slump av överensstämmelse från ett flertal faktorer. Deformationsmodulen anses därför vara otillräcklig att bevisa sambandet. Utmaningen återstår att hitta en gemensam parameter som är jämförbar mellan kontrollmetoderna och på så sätt ställa konkreta krav på FWD.

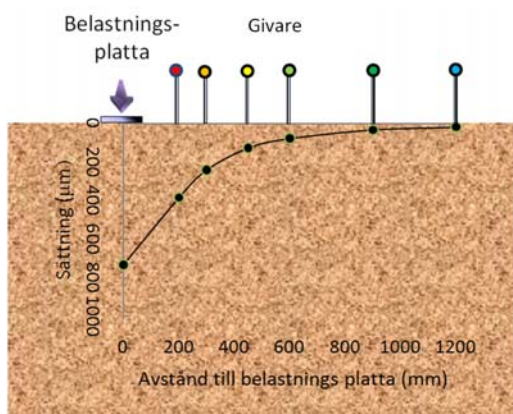
Packning vs Bärighet

Ett syfte med packningskontroll är att kontrollera om packningsarbetet är tillfredställande. Ett annat syfte är att undersöka om bärigheten² på vägen är tillräcklig för att klara av den framtida trafiken. Packningskvalitet har således stor påverkan på bärigheten. Att beskriva bärighet med enbart deformationsmodul är alltså enformigt och omodernt då modulen grundar sig på hela konstruktionen och vissa kritiska punkter.

¹ Deformationsmodul är ett förhållande mellan maximal sättning och maximal kraft

² Högsta last, enstaka eller ackumulerad, som kan accepteras med hänsyn till uppkomst av sprickor eller deformationer

En utförlig analys av andra mätparametrar från fallviktsdata avslöjar möjligheten att utnyttja annan information än enbart deformationsmodulen. De sex yttre givare på FWD-utrustningen tillåter exempelvis en djupare analys av konstruktionens egenskaper, se Figur 2. I studien upptäcktes t.ex. en "spricka" i konstruktionen m.h.a. mätdata från de yttre givarna. Belastningshistorik kan även ge en ungefärlig energiförlust vid mätningen.



Figur 2 Registrering av sättningar med yttre givare

Fältförsök

Jämförelsen i studien är baserad på ett fältförsök bestående av 20 mätpunkter. I varje mätpunkt görs mätning med både FWD och PLT. Mätningen från FWD indikerar att resultatet varierar även vid små lägesförflyttningar³. PLT som utfördes först tycks förändra markens egenskaper. Därmed påverkas testet med FWD som utförs efteråt.

Energibetraktelse

Vid varje belastning på ett material utförs ett arbete som motsvarar en viss energimängd. Den "förbrukade" energin delvis går till att packa materialet och delvis förloras i form av friktion och värmeförluster.

Faktum att energin är bevarade, kan den fungera som en bra parameter i jämförelsen mellan FWD och PLT. Genom att betrakta energin under belastningen kan man möjli-

gen avslöja bakomliggande orsaker till sättningen.

Slutsats

PLT är en fungerande metod för packningskontroller idag. Att införa FWD som en ny kontrollmetod fordras förnyelse av svenskt regelverk och metodbeskrivning. Svårigheten är att rekommendera standardiserade analysmetoder och gränsvärden som alternativ eller komplement till PLT. Då egenskaperna hos respektive metod är olika, blir det dels komplicerat att göra en koppling mellan FWD och PLT, dels svårt att definiera vad som är acceptabelt för FWD. Sambandet mellan deformationsmodulerna verkar heller inte leda till nya upptäckter i jämförelsen. Istället bör fokuset riktas mot energibetraktelser. Mätresultatet för packningskontroll är ett kvitto på testytans kvalitet. Man önskar alltså att ta fram ett kvitto med FWD som motsvarar det som fås från PLT.

Framtid och utveckling

För att tillämpa FWD i praktiken, krävs det en mer aggressiv forskning. Det handlar om att våga utveckla och modernisera en fundamental teknik, inte minst för att anpassa till dagens behov av effektivitet och hållbarhet. Innan flygplan kom till som ett viktigt transportmedel, gjordes det tusentals misslyckade försök. Om man bara kan ana vad man kan förlora, är det värt att satsa.

Rekommendationer

Framförallt bör man lägga mindre fokus i moduljämförelse då belastningarna från FWD och PLT fungerar olika. Ett sätt att komma runt problemet är att rikta jämförelse mot energibetraktelser. Andra rekommendationer är följande:

- Välj en homogen testyta
- Avjämna ytan på testmaterialet
- Använd en större belastningsplatta vid mätning med FWD
- Bestäm styrbara förutsättningar
- Utrusta PLT med mätare som registrerar energiåtgång

³ För mätning med FWD tillades två extra mätpunkter som ligger 1m före resp. efter ord. punkt.