SBUF INFORMERAR NR 09:20

Bärighet på väg – via förbättrad packning

På väg E6 genom Bohuslän uppnår vägkonstruktionen endast i undantagsfall avsedd livslängd. En ökad och förbättrad packningsinsats leder till ökad livslängd och billigare konstruktioner. Vägverket och NCC har tillsammans genomfört ett fältförsök för att undersöka vilka möjligheter ett förbättrat packningsutförande har.

Figur 1. Foto från försöksområdet i Saltkällan (a) visar provytorna uppbyggda på lös lerterrass och (b) visar packning av försöksytorna med lättklinker som underbyggnad.

Bakgrund

Historiskt har vägdimensionering baserats på empiriska samband erhållna från ordinarie vägnät tillsammans med erfarenheter från olika försöksytor. Kunskapen om vägars nedbrytning är därmed enbart giltig vid ett givet utförande och med standardiserade material. Detta leder till att det är svårt att värdera alternativa utföranden och konstruktionstyper.

Spårdjupsutvecklingen på ett antal byggetapper norr och söder om Uddevallabron på E6 genom Bohuslän visar att överbyggnaderna enbart i undantagsfall uppnår avsedd livslängd på 20 år. Skillnaden mellan de olika byggetapperna härrör troligtvis från utförandet och då framförallt skillnader i packningsförfarande.

Syfte

Projektet syftade till att studera var i överbyggnadskonstruktionen packning (volymminskning) sker vid olika vibrerande last, samt hur detta påverkas av ett mjukt underlag i form av lättklinker eller lös lera.
Denna information gör det möjligt att studera och förhoppningsvis klarlägga:

- Hur en obunden överbyggnad av krossat förstärkningslager skall packas med en tung vibrerande vält som erbjuder möjligheten att variera frekvens och amplitud.
- Hur packningsförfarandet påverkas av en mjuk eftergivlig undergrund av lättklinker eller lös lera.
- Om ett armeringsnät i förstärkningslagrets underkant underlättar eller påverkar packningsförfarandet vid en eftergivlig undergrund av lättklinker eller lös lera.
- Vilken bärighet som kan uppnås på olika konstruktioner efter ett mycket omfattande packningsarbete.

Målsättningen är att kunna presentera tydliga riktlinjer eller råd för hur en konventionell överbyggnad skall packas för att optimalt utnyttja krossmaterialet och därmed för en given konstruktion uppnå en så hög bärighet som möjligt.

Genomförande

Med stöd och finansiering från SBUF, Vägverket, NCC, Svensk Leca och Kompetenscentrum Infrastruktur vid Chalmers har projektet genomförts som två delprojekt. Den första delen har utförts inom ramen för ett examensarbete utfört på Geoavdelningen på Institutionen för Bygg och Miljöteknik vid Chalmers tekniska högskola och den andra delen presenteras i en separat rapport. Huvuddelen av projektet har bestått av ett fullskaleförsök som utförts i samband med NCC:s entreprenad Saltkällan-Fläskeberget utanför Munkedal i Bohuslän.

SVENSKA BYGGBRANSCHENS UTVECKLINGSFOND
The Development Fund of the Swedish Construction Industry

Besök: Storgatan 19
Postadress: Box 5501, SE114 85 Stockholm
Tel: +46 8 783 81 00
Internet: www.sbuf.se, Email: info@sbuf.se

Totalt uppfördes nio provytor med olika överbyggnadsmäktighet och i två av ytorna lades armeringsnät i underkant av förstärkningslagret. Fyra av konstruktionerna uppfördes på undergrund av lös lera och de resterande fem på lättklinker. Konstruktionerna har instrumenterats med magnetspolar (EMU spolar) och jordtryckscceller på olika nivåer i vägkonstruktionen. Utöver detta har bärighetsmätning utförts med statisk plattbelastning och yttäckande packningskontroll och fallviktsmätning.

Konstruktionerna har packats och en relativ packningsenergi har definierats för att kunna studera och värdera betydelsen av framför allt frekvens, amplitud, välthastighet och antalet överfarter. Den packningsenergi, Ep, som välten inducerar har definierats enligt följande:

$Ep = A \cdot f^2 \cdot N \cdot Q/v$

A valsens nominella amplitud (m)
f frekvens (Hz)
N antal överfarter (st)
Q linjelast (N)
v välthastighet (m/s)

Detta innebär att en tillförd packningsenergi kan bibehållas vid en sänkning av frekvens eller amplitud genom en sänkning av välthastighet eller genom ett ökat antal vältöverfarter.

Resultat

Resultaten från försöken visar att ett större packningsarbete (volymförändring) enkelt kan uppnås genom att materialet bearbetas under längre tid än vad som idag är praxis eller krävs för att uppfylla bärighetskraven i ATB-väg. Den komprimering som sker kan förenklat delas in i två huvudfaser. En första fas med ”lätt” packning där erhållen komprimering inte nämnvärt påverkas av amplitud (hög kompressionstillväxt). I denna fas sker i huvudsak omlagring. En andra fas med ”svår” packning, vilken påverkas av amplitud (låg kompressionstillväxt). Denna fas förutsätter sannolikt nedkrossning av materialet. Vidare har den övre delen av överbyggnaden visat sig svår att komprimera vid vältning med hög amplitud.

Packningsresultat, mätt som volymförändring, beror på tillförd packningsenergi, E_p. Därmed minskar erhållen kompression med ökande lagertjocklek eftersom packningsenergin fördelas över en ökande volym material. Kompressionstillväxten är efter den inledande ”lätta” packningsfasen konstant mot tillförd packningsenergi.

Det finns ingenting i resultaten som indikerar att packning påverkas negativt av en mjuk undergrund. En hög kompression erhålls i hela profilen, speciellt på de tunnare överbyggnaderna.

Bärighetsmätningar kan inte användas för packningskontroll eftersom dessa mäter konstruktionens totala styvhet och inte den komprimering som åstadkommits. Däremot bör bärighetsmätning även fortsättningsvis utföras för att kontrollera att vald överbyggnad och undergrund har tillräcklig sammantagen styvhet. Kontroll av packningen bör göras genom att ställa krav på dokumentationen från utförandet.

Komprimering i förstärkningslagret blev något högre strax ovanför armeringsnätet på undergrund av lättklinker däremot enbart en marginell komprimering på undergrund av lös lera. Bärighetsmätningar visar att 200-300 mm förstärkningslager kan ersättas med ett nät på undergrunden av lös lera, medan nätet på lättklinkern uppvisade en något negativ effekt på bärigheten.

Resultaten från överbyggnad på lättklinker visar att bärighetskraven efter yttäckande packningskontroll (YPK) uppfylls enligt ATB-väg vid 400 mm mäktig överbyggnad. Försöken visar att lättklinker med hänsyn till nedkrossning, trafikbelastning och bärighetskrav kräver cirka 500 mm obunden överbyggnad.

Lättklinker med en mäktighet på cirka 2.5 m packas i hela profilen från överytan.

Slutsatser

Framtida spårbildning kan reduceras om överbyggnaden packas i större omfattning än dagens praxis. För ett förstärkningslager handlar det om en avsevärd ökning av antalet packningsöverfarter (tre gånger vad som föreskrivs enligt AMA). Tillförd packningsenergi måste dock vara större än den energi som framtida ackumulerad trafiklast kommer att inducera. Förstärkning av en lerterrass med armeringsnät har i detta fall visat sig vara lönsam.

Bärighetsmätningar kan inte användas för packningskontroll. Kontroll av packningen bör istället göras genom att ställa krav på dokumentationen från utförandet. Av dokumentationen ska framgå tillförd packningsenergi, det vill säga välthastighet, antal överfarter, linjelast och amplitud. Tillförd packningsenergi är möjlig att registrera kontinuerligt redan med de dokumentationssystem som finns tillgängliga idag.

Försöken visar att med hänsyn till nedkrossning och trafikbelastning krävs cirka 500 mm obunden överbyggnad på lättklinker.

Föreslaget packningsförfarande

Sammanfattningsvis kan följande optimala packningsförfarande föreslås:

- Hög linjelast
- Låg amplitud (på bekostnad av till exempel fler vältöverfarter)
- Många överfarter
- Låg välthastighet

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Helene Kennedy, NCC Teknik, tel: 031-771 50 00,
e-post: helene.kennedy@ncc.se
Bo Johansson, NCC Infra, tel: 031-7715000
e-post: bo.i.johansson@ncc.se

Litteratur:

- Bärighet på väg via förbättrad packning – fullskaleförsök med lättklinker som underbyggnad (Examensarbete – Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola; nr 2007:33 av Widén Per och Sundblad John), kan laddas ned från http://documents.vsect.chalmers.se/CPL/exjobb2007/ex2007-033.Pdf
- Bärighet på väg – via förbättrad packning – fullskaleförsök med lättklinker och lera som undergrund. (Report – Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology, ISSN 1652-9162; nr 2007:7 av Johansson Bo / Kennedy Helene)