

Broar med integrerade landfästen

Bakgrund

Broar med integrerade landfästen har blivit allt populärare i USA, Storbritannien och Kanada. Med integrerade landfästen menas att överbyggnad och landfäste byggs samman till en samverkande enhet. Grundläggningen görs med vertikala pålar med liten styvhet som gjuts in i ändskärmen.

Den främsta fördelen med integrerade landfästen är att broarna blir fogfria och således mindre underhållskrävande än broar med fogar. Man slipper även lager vid ändstöden och därmed undviks framtida kostnader för lagerbyten. En annan fördel som framhålls är att man, i jämförelse med en ändskärmsbro, sparar in material för stödkonstruktioner vid ändstöden. Grundläggningsmetoden medför dock att hela landfästet rör sig med bron vid temperaturvariationer och att pålarna böjer sig. Detta skapar begränsningar för hur långa broar man kan bygga med denna teknik, bland annat beroende på att temperaturrörelsernas påverkan på pålarnas bärförmåga inte är fullständigt klarlagt.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att studera tekniken med integrerade landfästen och undersöka om brotypen passar för svenska förhållanden. Studien har fokuserat på samverkansbroar grundlagda på X-pålar.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Teknik AB i samarbete med Avdelningen för Stålbyggnad, Luleå tekniska universitet, och Scandiaconsult AB.

Projektet har omfattat studier av broar i USA byggda med integrerade landfästen, experimentella och analytiska studier av bärförmågan för pålar i ett integrerat landfäste samt ett pilotprojekt där en bro med integrerade landfästen byggdes över Fjällån i Västerbotten. Resultaten redovisas i en licentiatuppsats.

Resultat

I USA har man cirka 40 års erfarenhet av broar byggda med integrerade landfästen och 1996 fanns det över 3000 broar av denna typ i drift. Där brotypen används anses den fungera bättre, vara billigare att bygga och kräva mindre underhåll än broar med lager och fogar. Trots detta byggs det nya broar med integrerade landfästen i relativt få stater (6-9 st) i USA. Orsakerna till detta är bland annat svårigheter att analysera påkänningarna i pålarna. De flesta stater begränsar längden på broar med integrerade landfästen till 45 meter. Några stater tillåter dock längre broar. Till exempel Tennessee, som numera tillåter 240 meter långa betongbroar och 120 meter långa stålbroar. Den längsta bro som byggts med integrerade landfästen ligger i Tennessee och är 358 meter lång.

De experimentella studierna omfattade provning av två X130 pålar som belastades under förhållanden liknande dem som finns i broar med integrerade landfästen. Ena änden av provpålarna var ingjuten i betong. Pålarna var även försedda med fjädrar för att simulera jordtryck mot påle. Vid försöken försköts betongen 25 mm i sidled motsvarande landfästets rörelse i en bro. Pålarna belastades sedan med normalkraft varvid bärförmågan uppgick till 73 respektive 79 % av den plastiska normalkraftskapaciteten.



Bro över Fjällån, Västerbotten. Samverkansbro med integrerade landfästen. Spännvidd 37 meter.

Enligt licentiatuppsatsen tyder försöksresultaten på att en påles bärförmåga inte bestäms av dess dimensionerande lastkapacitet i brottgränstillstånd utan av krav i bruksgränstillstånd eller den geotekniska bärförmågan. Baserat på litteraturstudier, de experimentella studierna och kompletterande FE-analyser presenteras i licentiatuppsatsen ett förslag till dimensioneringsmetod för broar med integrerade landfästen. Förslaget omfattar dimensionering i bruksgränstillstånd och brottgränstillstånd samt för utmattnings-

Den pilotbro som uppfördes över Fjällån utfördes som en samverkansbro med integrerade landfästen. Dimensioneringen utfördes enligt Bro 94, Supplement 4, BSK 98 samt BBK 98. Entreprenör var NCC Anläggning. Brons överbyggnad består av en platsgjuten farbana som samverkar med två svetsade stålbalkar c/c 5,0 meter. Fri brobanebredd är 9,0 meter och den teoretiska spännvidden 37,15 meter. Bron grundlades på åtta pålar av typ X180 vid vardera stödet. Pålarnas överdel (400 mm) göts in i ändskärmen för att på så sätt skapa ett landfäste som är integrerat med överbyggnaden. Brons rörelser tas upp genom att pålarna är flexibla och böjer sig. Pålarna placerades i en rad längs stödlinjen för att största flexibilitet skulle uppnås. Arbetet med bron pågick under tiden april till och med augusti 2000. De problem som uppstod i samband med byggandet var enligt intervju med platschefen att pålningen försvårades på grund av blockrik jord samt att armeringsarbetet för den armering runt stålbalkarna som gick in i ändskärmen blev betydligt mer tidskrävande än för armeringen i en konventio-

nell ändskärm. Detta kan dock förbättras genom bättre armeringsutformning. Som helhet framhålls att slutresultatet, den färdiga bron, blev lyckat.

I licentiatuppsatsen redovisas även en jämförelse av uppskattade bygg- och underhållskostnader mellan tre broar med olika grundläggnings-sätt. En bro med fristående landfästen med spännvidd 2x56,75 meter, en bro med förhöjda landfästen (ändskärmsbro) med spännvidd 2x56,75 meter och en bro med integrerade landfästen med spännvidd 2x56,05 meter. Jämförelsen visar att för de antagna förutsättningarna är utförande med integrerade landfästen ekonomiskt fördelaktigt. Dock bör noteras att de uppskattade kostnaderna innehåller vissa osäkerheter, bland annat när det gäller kostnader för underhåll.

Ytterligare information lämnas av

Ove Magnusson, Skanska Teknik AB, tel 08-753 80 00, Bernt Johansson, Avdelningen för Stålbyggnad, LTU, tel 0920-913 44, eller av Hans Pétursson, SICOMP AB, tel 0911-744 04.

Licentiatuppsatsen **Broar med integrerade landfästen** (LTU 2000:32, av Hans Pétursson, 195 sidor inkl bilagor, pris exkl. moms 250 kr) kan beställas från Avdelningen för Stålbyggnad, LTU, tel 0920-919 22, fax 0920-910 91, e-post tarja.tervonen@ce.luth.se.

Utformning av ramhörn i betongbroar

Bakgrund

Vägverket har tidigare inte tillåtit att armering skarvas i ramhörn. Detta har lett till komplicerade armeringsutformningar som varit svåra att utföra. Orsaken till att skarvning inte tillåts är att armeringsbockarna i hörnen orsakar spjälkspänningar, och när armeringen skarvas leder det till ytterligare spjälkspänningar vilket kan orsaka att vidhäftningen mellan armering och betong försämras. Detta spelar i sin tur en avgörande roll för hur skarven fungerar.

Idag kan man med tredimensionella finita elementmodeller ta hänsyn till effekterna av spjälkspänningarna och erhålla trovärdiga resultat av analyser av ramhörn där armeringen är skarvad inom hörnområdet. Detta förutsätter dock en teoretisk modell som ger en god generell beskrivning av vidhäftningen mellan armering och betong.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att vidareutveckla existerande brottmekaniska analysmetoder för att göra dem mer användbara för analys av brottförlopp i betongbroar, speciellt avseende förankring och skarvning av armeringsstål.

Genomförande

Med bidrag från SBUF, Bygghörsrådet och Vägverket har arbetet utförts av Betongbyggnad vid Institutionen för konstruktionsteknik på Chalmers, i samarbete med Skanska Teknik AB. Projektet har följts av en referensgrupp bestående av representanter för FoU-Väst.

Projektet har omfattat utveckling av en teoretisk modell av vidhäftningsmekanismen där vidhäftningsspänningarna inte enbart beror av glid-

ning mellan betong och armering, utan även av tvärkontraktionen i armeringsjärnet. Modellen har baserats på resultat från utdragsförsök på armeringsjärn ingjutna i betong. Därutöver har även fyra försök utförts där ramhörn med olika armeringsutförande belastats med stängande moment kombinerat med tvärkraft och normalkraft.

Resultat

Projektets resultat redovisas i en doktorsavhandling, Three-dimensional modelling of bond in reinforced concrete, och i en sammanfattande FoU-Västrapport, Utformning av ramhörn i betongbroar, avsedd för praktiskt verksamma.

Den utvecklade modellen har, tillsammans med icke-linjär brottmekanik, använts i finita elementanalyser av utdragsförsök med olika geometrier och med både monoton och cyklisk belastning. Enligt rapporten visar resultaten att modellen kan hantera olika brottyper såsom utdragsbrott och spjälkbrott, samt att den kan simulera påverkan av cyklisk belastning på ett fysikaliskt rimligt sätt.

Modellen har även använts i detaljerade tredimensionella finita elementanalyser av försöken med ramhörn belastade med stängande moment. Analyserna visade, i likhet med försöken, att det är fördelaktigare att skarva armeringen mitt i hörnet än att placera skarven utanför armeringsbocken. Analyserna indikerar även att om skarvlängden är normenlig finns det inga nackdelar med att skarva armeringen inom hörnområdet i ett hörn belastat med stängande moment.

Som en följd av de resultat som framkommit i detta och i tidigare projekt tillåter Vägverket numera att armering skarvas inom hörnområdet för de betongkvaliteter och armeringsinnehåll som normalt används idag.

Förinjektering i uppsprucket hårt berg

Bakgrund

I samband med byggande av tunnlar i Sverige ställs ofta höga krav på täthet, uttryckt som en maximalt tillåten mängd inläckande vatten i tunneln, normalt 1-10 liter/ minut och 100 meter tunnel. Målsättningen är vanligtvis att i så stor utsträckning som möjligt täta berget med så kallad förinjektering eftersom detta anses vara en kostnadseffektiv metod jämfört med till exempel betonglining. Det finns dock fortfarande utrymme för fortsatta förbättringar av metoden ur tids- och kostnadssynpunkt.

En av de frågor där det finns ett behov av ytterligare utveckling gäller valet av injekteringsmetodik och styrningen under pågående produktion. Injekteringen blir ofta mer eller mindre förutbestämd baserat på olika prognoser från förundersökningarna och erfarenheter från liknande, tidigare projekt. Den information som registreras under pågående injektering, till exempel injekteringstryck och flöde av injekteringsmedel, utnyttjas bara i begränsad utsträckning för styrning och optimering av den pågående injekteringen. Ökad kunskap om hur olika faktorer påverkar slutresultatet och hur injekteringsförloppet kan styras utifrån den pågående injekteringen skulle öka förutsättningarna för en effektiv produktion.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att utveckla en metod för styrning av injekteringsförloppet. Studien har begränsats till förinjektering med cementbaserade injekteringsmedel i uppsprucket hårt berg under svenska förhållanden. Endast krav relaterade till täthet och produktionseffektivitet har beaktats. Miljö- och arbetsmiljökrav har ej studerats.

Genomförande

Arbetet har utförts av Skanska AB i samarbete med Avdelningen för Jord- och bergmekanik, KTH, inom ramen för industriprogrammet Väg-Bro-Tunnel. Bidrag till projektet har lämnats av SBUF och NUTEK.

Projektet har omfattat litteraturstudier, kartläggning av erfarenheter från injekteringsarbeten utförda vid tunnelarbeten i Sverige samt analys och utveckling av befintliga teorier för styrning av injekteringsförloppet. Därutöver har några enklare laboratorieförsök utförts.

Resultat

Projektets resultat redovisas i en licentiatuppsats, *Metodik vid förinjektering i uppsprucket hårt berg*. I uppsatsen beskrivs och analyseras

- olika krav och förutsättningar som påverkar valet av injekteringsmetodik samt utvärderingen av data registrerade under injekteringsförloppet,
- dagens kunskap om hur olika faktorer relaterade till valet av injekteringsmetodik påverkar injekteringsresultatet samt
- dagens kunskaper och morgondagens möjligheter om hur injekteringsförloppet kan styras under den pågående injekteringen.

En slutsats från de utförda analyserna är att valet av optimal injekteringsmetodik utifrån bergmassans egenskaper samt olika krav på injekteringen är svårt. Idag är valet av injekteringsmetodik i stor utsträckning baserat på erfarenheter och subjektiva värderingar. Täthetskraven tillgodoses i allmänhet. Däremot, framhålls det i uppsatsen, finns det en potential att förbättra produktions-effektiviteten och därmed minska kostnaden för injekteringsinsatsen. Vidare föreslås tillämpning av metoden Aktiv design, vilket bland annat inne-

Materialval för tappvattensystem i bostäder – fältstudie i kv Astrid

Bakgrund

Naturvårdsverket har från år 2000 infört nya gränsvärden för maximalt kopparinnehåll i avloppsslam. Stockholm Vatten har svårt att klara dessa gränsvärden med nuvarande förhållanden och vill därför minska kopparhalterna. En stor andel av kopparen i vattnet kommer från kopparrör för tappvatten där andelen ökat successivt i och med att stammar bytts ut vid renovering av fastigheter. Ett stort antal faktorer och krav måste beaktas vid val av rörmaterial med ett livscykelperspektiv. Förutom påverkansfaktorer i själva byggnaderna, vilket studerats i detta projekt, måste även materialvalet i hela tappvattensystem samordnas för att vattenkvaliteten ska kunna anpassas till rörmaterialen.

Syfte

Syftet med projektet har varit att ta fram ett underlag för optimering av materialvalet för tappvattensystem i nya flerbostadshus, sett ur ett livscykelperspektiv och med beaktande av hälsofrågor, miljöpåverkan, beständighet, säkerhet mot vattenskador, underhåll och totalekonomi.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av JM AB i samarbete med Institutionen för byggnader och installationer, KTH, och Sycon Stockholm Konsult.

I ett flerbostadshus med 12 lägenheter avsedda för äldreboende i kv Astrid, Spånga, har fyra olika rörmaterial installerats i olika stammar och jämförts med avseende på tidsåtgång och materialkostnader för färdiga tappvattensystem. Installationerna utfördes under tiden 1999/2000 och de jämförda rörmaterialen var koppar, PEX, PP samt rostfritt stål.

Dessutom har en litteraturstudie genomförts,

där kunskapsläget dokumenterats för miljöpåverkan, hälsofrågor, korrosion och livslängdsbedömningar och drift- och underhållsfrågor.

Resultat

Utvärderingen av installationskostnaderna i kv Astrid visar bland annat att kostnaden för kopparrör var markant lägre än för de övriga rörmaterialen, vilket beror på jämförelsevis låg materialkostnad och kort montagetid. En beräkning utgående från resultaten för ett exempel innehållande 6 lägenheter, en stam och 10 m källarstråk, resulterade i att kopparalternativet blev ca 28 % billigare än plaströsalternativen medan rostfria rör var ca 6 % dyrare än plaströren.

Vid utvärderingen fick den aktuella rörentreprenören lämna uppgifter om de fyra rörmaterialen via en utvärderingsblankett och intervjuer. En sammanställning av dessa uppgifter redovisas i tabellform på motstående sida av informationsbladet.

Uppgifterna i tabellen begränsas till förhållandena i kv Astrid och bör ej generaliseras. I rapporten framhålls att det för PEX-rör finns ett flertal olika fogningsmetoder med skilda egenskaper och kostnader. Siffrorna angivna inom parentes kan betraktas som mer generellt giltiga när hela byggprojekt genomförs med ett och samma rörmaterial med montörer vana med materialet.

Miljöstyrning av drift och underhåll på vägar

Bakgrund

Miljöproblem kopplade till olika sektorer i vårt samhälle uppmärksammas allt mer. Detta gäller även vägsektorn, där fokus rörande miljöproblem tidigare har legat på byggskedet, delvis beroende på att krav på miljökonsekvensbeskrivningar infördes i väglagen 1987. I miljökonsekvensbeskrivningarna har byggskedet behandlats ingående medan det långa driftskedet, i de fall det över huvud taget alls har beaktats, oftast har behandlats mycket översiktligt.

Som ett led i samhällets krav på en miljöanpassning av vägsektorn har dock Vägverket under senare år även börjat ställa miljökrav vid upphandling av drift och underhåll av vägar. Nu, när det finns viss erfarenhet av användande av miljökrav vid upphandling, föreligger det såväl ur Vägverkets som ur entreprenörernas perspektiv ett behov av att undersöka om det åsyftade resultatet har uppnåtts.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att undersöka

- vilka miljökrav som har ställts av Vägverket,
- om det skiljer något mellan olika regioner då de vissa år fått ställa egna miljökrav,
- om entreprenörerna uppfyller miljökraven samt
- om de ställda miljökraven följs upp av Vägverket.

Genomförande

Med bidrag från SBUF och Vägverket har arbetet utförts av Avdelningen för Mark- och vattenresurser, KTH, i samarbete med Peab AB. Projektet har ingått som en del av verksamheten vid Centrum för Drift och Underhåll av Infrastruktur (CDU) vid KTH.

Projektet har främst fokuserat på upphandling av Vägverkets Grundpaket drift. Studien har omfattat en analys av innehållet i 23 förfrågningsunderlag från samtliga sju vägverksregioner använda vid upphandling under 1997-99 samt fallstudier av fem driftområden.

Resultat

Projektets resultat redovisas i en licentiatuppsats, Environmental management of road maintenance – with emphasis on "green procurement", samt en mer populärt hållen forskningsrapport, Miljöstyrning av drift och underhåll av vägar genom upphandling med miljökrav. Den senare är uppdelad i två delar, dels en inledande beskrivning av miljöproblem, styrmedel och upphandling, dels ett avsnitt som redovisar resultaten från analysen av de 23 förfrågningsunderlagen och fallstudierna av de fem driftområdena.

Studien visar att miljöbegreppet inte är entydigt definierat i förfrågningsunderlagen och bland dem som arbetar med drift och underhåll. Det förekommer många odefinierade uttryck som till exempel "miljöanpassad" och "miljömässigt".

Av studien framgår även att de miljökrav som ställts vid upphandlingarna av Grundpaket drift täcker ett brett spektrum av miljöaspekter, från fiskvandring till katalysatorer på fordon och källsortering. Miljökrav har ställts vid alla granskade upphandlingar både på regional och central nivå. De kategorier av miljökrav som identifierats i studien motsvarar till stor del de miljöpro-

Byggsektorns betydande miljöaspekter

Bakgrund

Byggsektorns Kretsloppsråd arbetar sedan sommaren 1999 med utveckling av miljömål för byggsektorn. Detta mot bakgrund av det miljömålsarbete som pågår hos regeringen men också mot bakgrund av behovet av en ny handlingsplan för Kretsloppsrådets verksamhet. Enligt Kretsloppsrådets uppfattning måste ett sådant arbete baseras på vedertagen systematik för miljöledningssystem vilket innebär att miljömålen utformas mot bakgrund av en miljöutredning som identifierar sektorns betydande miljöaspekter.

Syfte

Syftet med denna miljöutredning har varit att beskriva den svenska byggsektorns påverkan på miljö och människors hälsa i den utsträckning som byggsektorns aktörer råder över påverkan. Utredningen har i huvudsak använt data för åren 1998 och 1999 – två år som använts som representativa för byggsektorns totala omsättning under en konjunkturcykel - och behandlat effekterna av såväl yttre miljöpåverkan som påverkan på människors hälsa.

Genomförande

Med bidrag från SBUF, BFR och AI:s Utvecklingsforum har arbetet utförts av Byggsektorns Kretsloppsråd och Scandiaconsult Sverige AB i samarbete med utredare från ett flertal fackområden. Till stöd har de haft en styrgrupp, ett vetenskapligt råd samt representanter för Boverket och Naturvårdsverket. Härutöver har ett stort antal personer inom byggsektorn på olika sätt bidragit med synpunkter och underlag till utredningen.

Arbetet har omfattat

- utarbetande av en struktur för beskrivning av byggsektorns miljöaspekter och miljöpåverkan,
- kartläggning av befintlig kunskap om miljöpåverkan för olika delar av byggsek-

torn med utgångspunkt i de olika skedena i den byggda miljöns livscykel samt

- värdering av byggsektorns miljöpåverkan.

Resultat

Byggsektorn har i detta arbete delats in i huvudgrupperna *hus* respektive *anläggningar*.

För *hus* har följande miljöaspekter bedömts som betydande i fallande skala:

- Energianvändning under förvaltningskedet för uppvärmning och driftsel då den enligt LCA-beräkningar orsakar den största miljöpåverkan inom hela byggsektorn.
- Materialanvändning inklusive avfallshantering under produktion och förvaltning då den enligt LCA-beräkningar har den näst största miljöpåverkan. Återvinning har betydelse då den minskar användningen av naturresurser.
- Användning av farliga ämnen under produktion och drift eftersom de har stor påverkan på ekosystem och människors hälsa. Riskerna är otillräckligt kända och försiktighetsprincipen föranleder en hög värdering.
- Utformning, byggande samt drift och underhåll av byggdelar och system som påverkar luftkvaliteten i bostäder och lokaler. Radon, fuktskadade hus och otillräcklig ventilation innebär ökad risk för ohälsa.
- Utformning, byggande samt drift och underhåll av byggdelar och system som påverkar ljudkvaliteten i bostäder och lokaler. En stor andel av befolkningen är dagligen störda av trafiken och grannar på grund av otillräcklig ljudisolering.

Kommunikation mellan byggprojektets aktörer

Bakgrund

Byggmarknaden har under 1990-talet genomgått sin största kris i modern tid och det har tvingat branschen att tänka i helt nya banor. Kraven har skärpts betydligt och man har ställts inför att på en och samma gång prestera kortare byggtider, högre kvalitet och lägre kostnader.

Därigenom ökar även kraven på individerna i processen, bland annat genom att de måste kommunicera effektivare. Till detta kan läggas att branschen uppvisar en allt större splittring med fler och fler aktörer, var och en specialiserad till en avgränsad uppgift. Nya kommunikationsverktyg kommer ut på marknaden i en hisnande takt och många i branschen känner sig osäkra på hur och i vilken omfattning de ska användas. Detta tillsammans med den allt större tidspressen upplevs ha lett till att kvaliteten i kommunikationen har försämrats markant.

Syfte

Syftet med projektet har varit att kartlägga, analysera och ge förslag till förbättring av kommunikationen mellan ett byggprojekts centrala kompetensområden och därigenom bidra till att skapa en effektivare byggprocess samt skapa en slutprodukt som är bättre anpassad till användarnas behov och önskemål.

Genomförande

Med bidrag från SBUF, BFR och Byggekostnadsdelegationen har arbetet genomförts av Peab Sverige AB i samarbete med Management & Marknad AB, FoU-Väst med flera.

Projektet har omfattat en uppföljning av kommunikationen mellan byggandets aktörer i projekterings- och byggskedena för fyra husbyggnadsprojekt i Västsverige av olika typ och med olika entreprenadformer. I varje projekt följdes sju kompetensområden: byggherren, arkitekten, konstruktören, installationskonsulten, byggentreprenören, installationsentreprenören och materialleverantören.

Resultat

Studien pågick mellan juni 1998 och mars 2000. 52 nyckelpersoner i de fyra byggprojekten dokumenterade kommunikationshändelser som de tagit initiativet till. Totalt 5512 kommunikationshändelser registrerades. Många av dessa innebar kontakter med två eller fler personer varför det totala antalet registrerade kontakter var över 10000 stycken.

Enligt projektrapporten visar studien att

- kommunikationen liksom aktiviteten i projekten har en ojämn puls
- intensiteten i kommunikationen beror på specifika förhållanden
- kvaliteten och värdet av kommunikationen genomgående är hög
- kommunikationsvägarna är öppna och att det är tvåvägskommunikation mellan aktörerna

Funktionella egenskaper hos kalla och halvvarma asfaltbeläggningar

Bakgrund

Tillverkning av kall och halvvarm asfalt har utförts sedan lång tid tillbaka. Till en början i form av oljegrus, vilket fortfarande används som en enkel och billig beläggning för grusvägbanor. Vid mitten av 1970-talet kom emulsionerna, dels som en öppen beläggning, kallad AEB Ö, och dels som en tät, kallad AEB. Efterfrågan på dessa minskade dock under en period på grund av en del misslyckanden med bland annat bitumenavrinning och dålig täckning. Som alternativ till emulsionsbeläggningarna lanserades ett koncept där stenmaterialiet värmdes till 50-120°C, det vill säga halvvarm asfalttillverkning. Bindemedlen kom då att bestå av mjukbitumen och vanliga beläggningstyper blev MJAB och MJOG.

I dagens regelverk, VÄG 94, utgörs nästan hälften av alla beläggningstyper av sådana som tillverkas kallt eller halvvarmt. Beläggningstyperna är beskrivna i typblad där ett flertal receptparametrar är angivna. En brist är dock att dessa produkters funktionella egenskaper fortfarande är dåligt dokumenterade.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att undersöka de funktionella egenskaperna hos kalla och halvvarma asfaltbeläggningar samt att finna en gemensam referensmetodik för de två typerna av beläggningar.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Sverige AB, Vägtekniskt Centrum Nord i Farsta. Projektet har följts av en referensgrupp bestående av medlemmarna i Svenska Teknikgruppen för Utveckling av kallproducerade Asfaltbeläggningar (STUKAS).

I projektet har funktionella mätmetoder avsedda för varma asfaltbeläggningar men som anpassats för relativa, jämförande provningar använts för att studera 16 kalla och halvvarma beläggningstyper: AB16, OG16 och AG22 med emulsioner och mjukbitumen med viskositet varierande mellan 500 och 20000 mm²/s. I samtliga fall rörde det sig om nya produkter, ej återvinningsmassor. De ingående materialen, sten och bitumen, kom från referensmaterial i Farsta respektive Nynäs AB.

Anpassningen av mätmetoderna gjordes genom att temperaturerna i testmetoderna sänktes till en nivå där mätbara resultat kunde erhållas även för de allra mjukaste produkterna. De mätmetoder som användes var

- mätning av styvhetsmodul, Marshallstabilitet och draghållfasthet,
- deformationsundersökningar med hjälp av wheel-track på gyroskopiskt tillverkade provkroppar samt
- frys-tö-cykler med vakuummätning i saltlösning.

Resultat

Resultaten från mätningarna av styvhetsmodul, Marshallstabilitet och draghållfasthet visar på ökande värden som funktion av ökad viskositet hos bitumenet och även som funktion av lägre hålrums halt. För viskositet upp till 5000 mm²/s (OG-beläggningar) är mätvärdena så låga att det enligt rapporten inte är relevant att prova dessa egenskaper vid till exempel produktions- eller

Affärsrelationer

- 01:13 Snabba avslut i små projekt**
Ny teknik underlättar snabb och korrekt fakturering till slutkund

Betong

- 01:14 Förstärkta och reparerade betongkonstruktioners beständighet**
Kan man uppskatta den återstående livslängden för en existerande betongkonstruktion? Ja, sannolikt.

Brand

- 01:15 Indexmetod för värdering av brandrisker i byggnader**
Riskindex som kan användas för att välja kostnadseffektiva konstruktionslösningar

Broar

- 01:16 Miljöskydd vid vattenbilning av kantbalkar på broar**
Utveckling av ett system för omhändertagande av restprodukter

Grundförstärkning

- 01:17 Blandningsprocesser och blandningsmekanismer vid djupstabilisering med kalk-cementpelare**
Ökade kunskaper som ger entreprenörerna och maskintillverkarna ett underlag för fortsatt utvecklingsarbete

Husbyggnad

- 01:18 Att hålla krypgrund torr – uppföljning av åtgärder efter tio år**
Mätning av relativ fuktighet, temperatur och mögeltillväxt i nio krypgrunder

Vägar

- 01:19 Metodik för statusbestämning och val av förbättringsåtgärder för vägar**
Ökad kunskap om samverkan mellan överbyggnad och undergrund av lera

Asfalt

- 01:20 Svenska asfaltbeläggnings förmåga att klara ökade trafiklaster**
Är nya asfaltbeläggningar bättre än de som finns i VÄG 94?
- 01:21 Funktionella mätmetoder för asfalt**
Alternativ till nuvarande krav på hållrumshalt som ger bättre förutsättningar för produktutveckling
- 01:22 Funktionell specifikation av asfalt för högbelastade flygfältsbeläggningar**
Fyra bindemedelstyper provade på Ramp Rudolf på Arlanda
- 01:23 Öppen AsfaltEmulsionsBetong AEB Ö – inventering och utvärdering av en produkt och en teknik**
Kalltekniken het igen efter att ha legat på is under några år

Informationsbladen finns även i sökbar databas på <http://www.sbuf.se>

Ytterligare ex av informationsbladen eller egen prenumeration beställs från SBUF.

Snabba avslut i små projekt

Bakgrund

Små bygg- eller installationsprojekt har ofta lika betungande projektadministration som större uppdrag. Då det täckningsbidrag som kan alstras i ett litet projekt är begränsat har de administrativa rutinerna en relativt stor påverkan på projektets vinst. Många företag anser att faktureringsrutinen är särskilt tungarbetad eftersom man behöver invänta fakturaunderlag från materialleverantörer och anlidade specialföretag innan man själv kan fakturera kunden. Det är ofta fallet att uppdrag inte kan avslutas förrän några veckor efter att arbetet avslutats. Ett system som medger en effektivare fakturahantering kan reducera en eftersläpning i faktureringen som har en negativ effekt på företagets likviditet och även ge kunden en snabbare avrapportering inklusive slutfakturering.

Syfte

Syftet med projektet har varit att påvisa möjligheterna att med ny teknik förbättra rutinerna för en snabb och korrekt fakturering till slutkund.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av WH Bygg AB i samarbete med FoU-Väst, Byggsamverkan AB, andra byggföretag, byggvaruleverantörer, installationsföretag och installationsgrossister. Projektet har omfattat kartläggning av företagens fakturahantering, utarbetande av krav och utveckling av förslag till förbättringar.

Resultat

Enligt rapporten visar projektet att rutiner och system för att snabba upp avrops- och faktureringsprocessen till viss del redan finns hos de berörda parterna men att de behöver anpassas till projekt i liten skala. Intresset för att skapa förbättrade avslutsrutiner för hela kedjan från projektering till faktura till kund är stort hos både leverantörer och entreprenörer. Man vill även öka säkerheten i fakturan till kund och det tillhörande faktureringsunderlaget. Sannolikt behövs dock mer av samarbete, partnerskap och fastare relationer för att kunna starta processen mot bättre rutiner.

Några av de krav som bör vara tillgodosedda för att möjliggöra användande av rutiner och system för snabbare avslut är:

- Alla parter bör ha god kännedom om varandras arbetssätt.
- Antalet parter som samarbetar bör om möjligt vara lågt och samarbetet långsiktigt.
- Säljare och köpare ska i förväg ha kommit överens om hur fakturor ska hanteras.
- Om datakommunikation används måste de medverkande programleverantörerna samarbeta.
- Samtliga led måste medverka för att uppnå ett snabbt avslut gentemot slutkunden.

I projektrapporten efterlyses implementeringsprojekt där leverantörer, entreprenörer och datorsystemutvecklare medverkar i utformningen av en teknik som är anpassad till de speciella förhållanden som råder i små projekt. Implementeringsprojekten behövs för att skapa kunskap som är tillgänglig för andra företag, särskilt kunskap om användarnas önskemål och värderingar.

När det gäller dokumenthanteringen finns idag inga färdiga system som motsvarar de krav

Förstärkta och reparerade betongkonstruktioners beständighet

Bakgrund

Många svenska betongkonstruktioner har en relativt hög ålder. Ett stort kapital är bundet i dessa anläggningar och det framtida behovet av åtgärder i form av reparationer eller förstärkningar för att bibehålla eller förbättra konstruktionernas funktion bedöms vara mycket stort. Ett exempel på detta är broarna i det svenska vägnätet. För dessa är frostsador den vanligast förekommande beständighetsskadan. I mitten av 1980-talet hade mer än 20 % av Sveriges ca 8 000 betongbroar allvarliga frostsador och/eller skador på grund av armeringskorrosion.

I samband med beslut om reparation eller förstärkningsåtgärder tillgodoses i många fall inte fullt ut den resterande bärförmågan för den beständighetsskadade konstruktionen. För att vara på säker sida används istället ofta en kostnadskrävande reparationsmetod, till exempel noggrann vattenbilning och sanering av den skadade betongen före pågjutning av ny betong. Bättre kunskap om resterande bärförmåga för skadade betongkonstruktioner kan ge möjligheter till bättre utnyttjande av befintligt material och användning av billigare reparationsmetoder.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att undersöka

- hur vidhäftningsförluster på långsgående armering påverkar skjuvkapaciteten för armerade betongbalkar, samt
- möjligheten att göra en sannolikhetssteoretisk uppskattning av den återstående livslängden för en existerande betongkonstruktion.

Genomförande

Med bidrag från SBUF och NUTEK har arbetet utförts av Avdelningen för Konstruktionsteknik, LTH, i samarbete med Skanska Teknik AB. Projektet har ingått som en del av verksamheten inom industriprogrammet Väg-Bro-Tunnel. Projektet har omfattat

- en kartläggning av kunskapsfronten genom litteraturstudier,
- en undersökning i laboratoriemiljö av beteendet efter uppsprickning hos betongbalkar med vidhäftningsförluster på den långsgående armeringen, samt
- en sannolikhetssteoretisk studie av den återstående livslängden för en korrosions-skadad bropelare med cirkulärt tvärsnitt.

Resultat

Arbetet redovisas i en licentiatuppsats, Assessment of residual load carrying capacity of damaged concrete structures, som omfattar en sammanfattande beskrivning av projektets resultat samt tre artiklar som i större detalj beskriver olika delmoment inom projektet.

Vidhäftningens inverkan på skjuvkapaciteten undersöktes genom prov på sex balkar med varierande grad av vidhäftningsförluster på den långsgående armeringen. Den med digitala bilder uppmätta relativa förskjutningen mellan betong och armering räknades om till vidhäftning. Vidhäftningskrafterna och de uppmätta krafterna i byglarna användes sedan för att beskriva balkarnas arbetskurva. Undersökningen visade att en omlagring av krafterna skedde inom byglarna samt att byglarna i viss utsträckning ersatte den vidhäftningsförlust som fanns på den långsgående armeringen. Detta förklarar enligt licentiatuppsatsen delvis varför brottet hos bal-

Indexmetod för värdering av brandrisker i byggnader

Bakgrund

Allt mer komplexa och ovanliga byggnadstyper har lett till mer funktionskravsbaseade normer som delvis ersatt de äldre detaljreglerna. Normalt innehåller inte funktionskrav verifierbara nivåer utan dessa anges i rådtext, men med dagens kunskap är det endast i vissa fall möjligt att ange sådana nivåer. Dessutom kan det vara svårt att kvantitativt verifiera att funktionskrav har uppnåtts, ofta på grund av att beräkningsmetoder saknas. Riskanalys kan i dessa fall vara ett bra hjälpmedel för konstruktörer och byggare.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att utveckla en vetenskapligt underbyggd metodik för att bedöma brandsäkerheten i flervånings trähus i form av ett riskindex som enkelt ska kunna användas för att välja kostnadseffektiva konstruktionslösningar.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av NCC AB och Skanska Sverige AB i samarbete med Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, samt Institutet för träteknisk forskning/AB Trätek. I projektet har även deltagit en expertgrupp bestående av fem personer från vardera Danmark, Finland, Norge och Sverige med bakgrunder i dimensionering, provning, brandförsvar, försäkring samt forskning.

Resultat

Den indexmetod som presenteras i en instruktionsfolder från Trätek bygger på att strukturen för brandsäkerheten i en byggnad kan ordnas i ett antal nivåer. Överst ligger den policy som gäller, sedan specificeras målen, på nästa nivå strategierna och längst ned ett stort antal parametrar. Parametrarna delas in i underparametrar som är kvantifierbara, organiseras i beslutstabeller och ges ett mätbart betyg. När indexmetodens struktur är fastställd tilldelas vikter till mål, strategier och parametrar. Indexmetodens struktur och vikterna har bestämts av de deltagande experterna med hjälp av den så kallade Delphi-metoden, en välbeprövad metod för att strukturera en expertgrupps åsikter.

Genom matrismultiplikation av betygen och vikterna erhålls ett relativt mått på vikten av varje parameter samtidigt som ett enda indexvärde för den aktuella byggnaden bestäms. Detta värde kan sedan jämföras med ett indexvärde för andra byggnader eller användas för att jämföra olika brandskyddsåtgärder. En grundförutsättning är dock att byggnormens grundkrav är uppfyllda.

Miljöskydd vid vattenbilning av kantbalkar på broar

Bakgrund

Byte av kantbalkar på broar har på senare tid blivit ett vanligt förekommande arbete. Den gamla kantbalken avlägsnas genom bilning, och det bortbilade materialet ska samlas upp och tas om hand på lämpligt sätt för att undvika miljöstörningar. Problem som nämns i samband med vattenbilning är störningar i vattendragens strömning, tungmetaller i betongen som kan störa vattenlevande organismer samt igenslamning av dagvattenledningar. Själva uppsamlingen av materialet påverkas av hur höga krav som ställs på omhändertagandet. Om vattnet kan tillåtas rinna ut i mark och vattendrag förenklas uppsamlingen. Om vattnet från bilningen ska renas måste uppsamlingsutrustningen vara tät.

Syfte

Syftet med projektet har varit att undersöka förutsättningarna för uppsamling och omhändertagande av restprodukter från vattenbilning av kantbalkar samt möjligheterna att utveckla ett effektivt och säkert system för omhändertagande av restprodukterna med minimal miljöbelastning.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av NCC AB i samarbete med SUFAB. I projektet har även Waterjet Entreprenad och Combisafe medverkat. Projektet har omfattat intervjuer med sakkunniga på miljöfrågor, betongmaterial, vattenbilning och formsättning. Praktiska försök har utförts med kompletterande utrustningsdetaljer på tidigare utvecklad formsättningsutrustning för byte av kantbalkar.

Resultat

De försök med uppsamlingsutrustning som utförts i projektet bygger på en balja av plåt täckt med tät duk, placerad under kantbalken för uppsamling av betongspill och vatten. Vattnet suggs upp med en dränkbar pump och betongspillet tas om hand manuellt. Efter utvärdering har framkommit behov av fortsatt utvecklingsarbete, bland annat för att minska den manuella hanteringen av betongspillet samt för att möjliggöra omhändertagande och rening av bilningsvattnet.

Enligt projektrapporten råder oklarheter avseende kraven på rening och vilka faktorer som avgör reningskraven. För att öka kvaliteten på omhändertagandet efterlyses en enkelt användbar miljödatas databas där väghållare, miljökontor, entreprenörer med flera kan gå in och få uppgifter om reningskrav på aktuellt objekt och förslag på metoder.

Blandningsprocesser och blandningsmekanismer vid djupstabilisering med kalk-cementpelare

Bakgrund

Kemisk djupstabilisering med kalk och cement som blandas in i jorden för att forma pelare har använts i mycket stor omfattning i de skandinaviska länderna för att reducera sättningar och öka stabiliteten för konstruktioner som till exempel vägar och järnvägar. Nya och djärvare tillämpningar såsom släntstabilisering och stabilisering av höga bankar ställer allt högre krav på pelarnas kvalitet med avseende på likformighet och distribution av bindemedel. Olika tillämpningar och funktioner ställer olika krav på pelarnas egenskaper och därmed även krav på viss kvalitet i utförandet. Trots omfattande erfarenheter sedan introduktionen i slutet av 1960-talet är kunskapen om de grundläggande mekanismerna i blandningsprocessen mycket begränsade.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att ta fram underlag för entreprenörernas och maskintillverkarnas egen utveckling av blandningsförfarandet genom att öka kunskaperna om de grundläggande teorierna och mekanismerna vid blandning av bindemedel och jord.

Genomförande

Arbetet har utförts av Avdelningen för Jord- och bergmekanik, KTH, i samarbete med LC Markteknik AB och Tyréns Infrakonsult AB. Finansiellt bidrag har lämnats av SBUF, Hercules Grundläggning AB, Stabilator AB samt den branschgemensamma FoU-satsningen Svensk Djupstabilisering. Projektet har omfattat en bred studie av litteratur som behandlar blandning av olika material, ett mindre inslag av blandning av jord och bindemedel i laboratorium samt en omfattande provtagning i pelare med tillhörande laboratorieanalyser i samband med fältförsök i Arboga.

Resultat

Arbetet redovisas i en licentiatuppsats, Blandningsmekanismer och blandningsprocesser – med tillämpning på pelarstabilisering, som behandlar blandningsmekanismer, blandningsutrustningar, blandningskvalitet, reologi, pelarstabilisering samt redovisar resultat från de utförda fältförsöken. Uppsatsen innehåller även en värdefull genomgång av begrepp inom området.

Angående blandningsprocessen vid pelarstabilisering konstateras i uppsatsen att denna är mycket komplex med många olika moment och en mängd faktorer som påverkar processen och dess resultat. Det viktigaste momentet för en fungerande blandningsprocess är dock fördelningen av bindemedel från blandningsverktyget in i den omgivande jorden.

En genomgång av olika varianter på pelarstabilisering och typer av redskap som används visade att utvecklingen har varit mycket långsam och begränsad i de skandinaviska länderna. I Japan finns däremot, tack vare utvecklingsarbete under främst 1980-talet, en rad olika metoder som

Att hålla kryppgrund torr – uppföljning av åtgärder efter tio år

Bakgrund

Uteluftsventilerade kryppgrunder har varje sommar höga ånghalter (RF) och därmed risk för fukt och mögelskador. För att undvika detta finns flera olika exempel på tekniska lösningar. Dels åtgärder för att förhindra fuktillförsel till grunden genom att placera en plastfolie på marken eller genom att dränera bort vatten från grundkonstruktionen. Dels åtgärder för att höja temperaturen i grunden, till exempel genom att isolera grunden eller genom att tillföra värme. Man kan även använda avfuktare för att minska den relativa fuktigheten i grunden.

För cirka tio år sedan genomfördes ett projekt (SBUF informerar 92:10) där ett antal grunder åtgärdades med styrd värmeförsel till en relativ fuktighet av som högst 70 % vilket anses vara gränsen för att mögeltillväxt ska uppstå. För att tillgodogöra sig värmeenergin isolerades marken och grundmuren och för att förhindra ångtransport placerades en plastfolie på isoleringen. Dessutom monterades en fläkt i grunden för att bilda ett litet undertryck och för att ge låg omsättning. Värmeförseln ordnades på olika sätt, med radiatorer eller roterande luft med kanalvärme, och styrdes med en hygrostat och en termostat. I projektet togs även med ett antal referensgrunder där inga eller få åtgärder vidtogs.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att undersöka hur de grunder som ingick i det föregående projektet fungerar efter 10 år genom en uppföljning av funktionen ur boendesynpunkt och ur teknisk synpunkt.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Peab Sverige AB i samarbete med HL Villaventilation och SP, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Inventeringen har utförts som examensarbete av en student från Högskolan i Borås. Projektet har omfattat mätning av relativ fuktighet och temperatur samt mykologisk analys av prover från kryppgrunder i åtta bostadshus och ett daghem.

Resultat

Resultatet av detta uppföljningsprojekt är att grunderna i stort sett fungerat enligt de förväntningar man hade när åtgärderna vidtogs. Den relativa fuktigheten i de åtgärdade grunderna har i några fall drivit till förhöjda värden sannolikt beroende på styrningen av uppvärmningen och bör därför justeras ned. Därutöver bör någon grund åtgärdas på grund av vatteninträning. Mätningarna i referensgrunderna dvs de ej åtgärdade grunderna visar i allmänhet höga ånghalter (RF) och därmed risk för problem med mögeltillväxt och lukt. Vid uppföljningstillfället kunde dock ingen anmärkningsvärd lukt märkas.

Metodik för statusbestämning och val av förbättringsåtgärder för vägar

Bakgrund

Utbyggnaden av det svenska vägnätet har under de senaste åren varit relativt omfattande och har lett till att vi idag har ca 440 000 km vägar i landet. I framtiden kommer en betydande del av verksamheten att bestå av underhåll av det befintliga vägnätet, vilket medför att behovet av en metodik för tillståndsbedömning av vägar kommer att öka.

Traditionellt dimensioneras vägar efter en empiriskt förankrad modell. Denna modell är emellertid svår att tillämpa på förstärkningsobjekt, eftersom den inte tar hänsyn till den befintliga konstruktionens egenskaper. Ett ökat förstärkningsbehov och krav på optimalt resursutnyttjande driver därför utvecklingen av vägdimensionering mot ett mekanistiskt-empiriskt angreppssätt. Detta kräver dock fördjupad kunskap inom ett flertal områden, till exempel materialegenskaper för de material som ingår i väggroppen liksom kunskap om brottförlopp och de mekanismer som styr samverkan mellan överbyggnad och undergrund.

Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att öka förståelsen för samverkan mellan överbyggnad och undergrund av lera samt att om möjligt lägga grunden till en metodik för tillståndsbedömning med hänsyn till undergrundens egenskaper. Arbetet har begränsats till studier av vägars tillstånd med hänsyn till de strukturella egenskaperna, det vill säga sådana egenskaper som kan hänföras till bärighet och ytmaterialets kondition, till exempel spår- och sprickutveckling.

Genomförande

Arbetet har utförts av Institutionen för geoteknik, Chalmers, i samarbete med Skanska Teknik AB inom ramen för industriprogrammet Väg-Bro-Tunnel. Finansiellt bidrag till projektet har lämnats av SBUF, NUTEK samt Vägverket Region Väst och Region Mälardalen. Projektet har omfattat fältförsök längs E6 vid Ljungskile, längs E6 vid Fjärås och längs E18 mellan Arboga och Köping, samt laboratorieundersökningar av lermaterial hämtade från de tre provlokalerna.

Vid fältförsöken utfördes okulär skadebesiktning och spårdjupsmätning i syfte att dokumentera omfattningen av skadorna. För att bestämma väggroppens elastiska egenskaper samt studera samverkan mellan överbyggnad och undergrund genomfördes även fallviktsförsök, seismisk CPT-sondering och ytvägsseismik.

Vid laboratorieundersökningarna utfördes fem dynamiska triaxialförsök i syfte att studera de tre olika lermaterialens deformationsegenskaper samt portrycksuppbyggnad och huruvida leran kan förväntas gå till brott under en simulerad trafikbelastning. De analyserade lermaterialen var sensitiv lera från Ljungskile, gyttjig lera från Fjärås och bräck- eller sötvattenavsatt lös lera från Arboga. Försöken utfördes vid ett spänningsförhållande och en spänningsnivå som motsvarade förhållandena i den aktuella väggroppen. Proverna belastades upp till 246 800 cykler med en halv-sinusformad vertikal belastningscykel.

Resultat

Projektets resultat redovisas i en gedigen och relativt lättillgänglig licentiatuppsats, *Undergrundens betydelse för vägens strukturella tillstånd – en studie av vägar på lös lera*.

Resultaten från fältförsöken visade att för lermaterialen från Arboga och Ljungskile beror spår-

Svenska asfaltbeläggningars förmåga att klara ökade trafiklaster

Bakgrund

Våra vägar utsätts för en allt större trafikbelastning. Högre axellaster och större kontaktryck beroende på både högre hjullaster och ett högre ringtryck bidrar till en snabbare nedbrytning av vägbeläggningarna. För att bättre kunna planera lämpliga underhållsåtgärder krävs kunskaper om hur de ökade lasterna påverkar skadeförloppet.

Syfte

Syftet med projektet har varit att undersöka hur olika svenska asfaltbeläggningar klarar av ökade trafiklaster samt att undersöka om nya asfaltbeläggningar bättre klarar av de nya trafikförutsättningarna än de befintliga standardbeläggningar som finns i VÄG 94.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Asfalt och Betong, Vägtekniskt Centrum Nord. Projektet har omfattat studier av stabilitets- och utmattningssegenskaper för nio olika beläggningstyper genom provningar i en wheel-track utrustning. Vid utvärderingen av provningarna har stabilitet definierats som uppnått spår djup efter 8000 överfarter och utmattning som antal överfarter före brott.

Resultat

Avseende spår djupsbildning visade provningarna enligt projektrapporten avsevärda skillnader i deformationer för de olika beläggningarna samt att deformationerna ökade med ökad last och försämrade packningsgrad. De beläggningstyper som klarade sig bäst var bindlagermassor. Detta gäller framför allt Durabind 16, men även ABb-massor. Av de slitlagerbeläggningar som provades klarade sig Duratop 16 och ABS16/B85 mycket bra. Den beläggning som uppvisade de

sämsta resultaten vid samtliga tester var ABT16/B85. Vid en lastökning från 45 kg till 90 kg ökade deformationerna med i genomsnitt 50 % för bär- och bindlagerbeläggningar och med 100 % eller mer för slitlagerbeläggningar.

Vid provningarna av utmattningssegenskaper skedde brotten uteslutande i bindemedelshinnan, vilket enligt rapporten innebär att vidhäftningen mellan sten och bindemedel var den dimensionerande faktorn. De provkroppar som klarade flest överfarter före brott var samtliga proportionerade med polymermodifierat bindemedel. I rapporten pekas hålrums halten, tjockleken på bindemedelshinnan och styvhetsmodulen ut som de väsentligaste parametrarna för beläggningarnas utmattningssegenskaper.

Funktionella mätmetoder för asfalt

Bakgrund

Idag är hålrumshalten en av de viktigaste kvalitetsparametrarna för utlagd asfalt. Denna parameter i VÄG 94 har i många fall vållat stora problem för entreprenörerna. Hålrumshalt är ingen fullvärdig värde mätare av en beläggnings kvalitetsegenskaper och i flera fall har det visat sig att kvalitetsmässigt goda beläggningar hamnat utanför de gränser som anges i VÄG 94 med följd att ekonomiska viten utdömts.

Från entreprenörens sida innebär framtagning av funktionella mätmetoder istället en möjlighet att satsa på produktutveckling vilket kortfattat innebär att produkten utvecklas för att klara olika typer av påkänningar såsom till exempel belastning.

Tidigare genomförda projekt (se SBUF informerar 99:26) har bidragit till att en grund skapats för funktionella mätmetoder som ersättning för traditionella receptkrav uttryckta som bindemedelshalt, kornkurva och hålrum.

Syfte

Syftet med projektet har varit att utvärdera olika funktionella mätmetoder som kan tänkas ersätta nuvarande krav på hålrumshalt i asfalt.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Sverige AB, Vägtekniskt Centrum Nord, i samarbete med NCC AB. Projektet har omfattat jämförande studier på asfaltbeläggningar i laboratorium och i fält.

Resultat

Arbetet har till stor del fokuserat på mätmetoden Dynamisk Kryptest som sedermera blivit en FAS-metod. Bland annat har provberedningen studerats och undersökningar har visat att provkroppshöjden har en stor betydelse. Kryptest utfördes på borrhärnor kapade till längder på 30, 45, res-

pektive 60 mm och det visade sig att deformationerna blev mindre vid en tunnare provkropp. Provnings av två provkroppar med längden 30 mm staplade på varandra gav dock likvärdiga resultat som en enskild provkropp på 60 mm.

För att ytterligare studera tillförlitligheten hos metoden dynamisk kryptest (FAS 468, prEN 12697-25) utfördes en internationell ringanalys som visade att repeterbarheten och reproducerbarheten var god, ca 20 %, i båda fallen. Dessa resultat överensstämde mycket väl med tidigare studier. Även bestämning av styvhetsmodul (BS DD 213) utfördes i denna ringanalys. Repeterbarheten var ca 15 % och reproducerbarheten ca 20 %. Dessa resultat indikerar att båda metoderna kan rekommenderas för rutinprovning.

Angående deformation och packningsgrad har flertalet tester med dynamisk kryptest visat att packningsgraden har en mycket stor betydelse. Sämre packningsgrad ute i fält ger en beläggning som är mer deformationsbenägen. Om packningsgraden är hög för en beläggning med högt proportionerat hålrum kan dock beläggningen fortfarande vara deformationsstabil. Liknande undersökningar har även utförts med wheel-tracking utrustning med samma resultat som följd.

Ett antal av de delrapporter som producerats inom projektet behandlar undersökningar med en gyrotorisk packningsutrustning. Med denna utrustning finns möjligheter att styra tillverkningen av laboratorietillverkade provkroppar till en förutbestämd hålrumshalt på ett relativt säkert sätt. Ett problem har dock varit att tillverka provkroppar som med olika funktionella mätmetoder ger samma resultat som borrhärnor upptagna från vägen.

Flertalet undersökningar har bekräftat att inställd vinkel vid gyrotorisk packning har ett starkt inflytande på provkroppens mekaniska egenskaper. Genom att öka vinkeln krävs en kortare pack-

Funktionell specifikation av asfalt för högbelastade flygfältsbeläggningar

Bakgrund

Ökad trafik och tyngre flygplan har lett till allt högre krav på flygfältens asfaltbeläggningar. Kraven formuleras ofta som tekniska krav på stenmaterial och bindemedel, men det har på senare tid blivit allt vanligare att istället ställa funktionella krav på den färdiga beläggningen. En del arbeten utförs även som rena funktionsentreprenader där entreprenören ansvarar för att produkten uppfyller ställda krav på funktionella egenskaper. Fortfarande återstår dock en hel del utvecklingsarbete när det gäller upprättande av kravspecifikationer, och i detta arbete är det av största vikt att samverkan sker på bred basis med deltagande från beställare, leverantörer och entreprenörer.

Syfte

Avsikten med projektet har varit att ta fram arbetsrecept och utvärdera olika polymerbitumen samt att om möjligt se nyttan av vidhäftningsmedel i kombination med de olika bindemedlen. Det kortsiktiga syftet var att utveckla bindemedelsspecifikationer för upphandlingen av beläggningar på bana 3 vid Arlanda samt att få ett underlag för receptframtagningen. På lite längre sikt syftar projektet till att bidra till upprättandet av en arbetsbeskrivning för flygplatsbeläggningar med krav på bindemedel och asfaltmassor.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Asfalt och Betong, Vägtekniskt Centrum Nord, i samarbete med VTI, Luftfartsverket, Elf, Nynäs, Shell och Akzo Nobel.

Projektet har omfattat undersökningar i laboratorium samt fältstudier av ca 150 meter långa testytor lagda i samband med byggandet av Ramp Rudolf på Arlanda. De fyra bindemedels-

typer i beläggningen ABT16 som utvärderades var

- B85 (referens),
- T85-98, polymermodifierat bitumen från Nynäs,
- Mexphalte FuelSafe, polymermodifierat bindemedel från Shell, samt
- Styrelf 26/2D, polymermodifierat bindemedel från Elf.

Resultat

Projektrapporten behandlar främst utförandet av de fullskaliga testytorna. Rapporten redovisar även en del funktionella testresultat från de olika delsträckorna, men merparten av laboratorieundersökningarna redovisas i VTI-notat 73-1999, Polymermodifierade slitlagerbeläggningar på Arlanda Ramp Rudolf.

Enligt de slutsatser som presenteras i rapporten blev provläggningen mycket lyckad. Framtagna arbetsrecept fungerade tillfredsställande och en väl fungerande projektorganisation och ett noggrant förarbete ledde till att både tillverkning och utläggning av de olika beläggningarna fungerade bra. De laboratorieresultat som framkom i försöket låg i stor utsträckning till grund för valet av bindemedelstyp på Arlandas bana 3.

Öppen AsfaltEmulsionsBetong AEB Ö - inventering och utvärdering av en produkt och en teknik

Bakgrund

Kalltekniken har djupa rötter i den svenska vägbeläggningshistorien och har omhulats av vägfolk under långa tider. När lösningsmedlen blev dyra i oljekrisens spår och samtidigt sågs som en miljöbelastning var förväntningarna stora på den så kallade nya Kalltekniken som introducerades 1975.

Tekniken baserades på katjoniska emulsioner och massabeläggningsen som lanserades framför andra var öppen asfalt emulsionsbetong, AEB Ö. Efter att AEB Ö under 15 år varit den stora kallmassaprodukten vid sidan av oljegruset, bestämde sig Vägverket vid införandet av VÄG 94 att stryka AEB Ö ur anvisningarna.

Orsaken var bland annat att beläggningen inte höll samman särskilt väl som slitlager, i varje fall inte utan försegling. Samtidigt hade beläggningen positiva egenskaper som det är viktigt att ta till vara för framtiden.

Syfte

Syftet med projektet har varit att dokumentera historien om ett antal väl kända AEB Ö-projekt, redovisa hur beläggningen har fungerat över ett längre tidsperspektiv och samla materialtekniska erfarenheter inför den fortsatta utvecklingen av Kalltekniken.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Sverige AB i samarbete med STUKAS, Samverkansgruppen för Kallproducerade Asfaltbeläggningar i Sverige. Projektet har omfattat en sammanställning av flera tidigare undersökningar och redovisningar från 1979 och framåt, kompletterade med nya provningar som gjordes 1999. Under arbetet har fyra objekt ägnats särskild uppmärksamhet: gamla E4 vid Lunde, gamla E4 vid Veda, väg 87 vid Hammarstrand samt E4 vid Gävle.

Resultat

Baserat på de fyra studerade objekten presenteras i rapporten slutsatser om AEB Ö i olika funktioner och i ett fall jämförs AEB Ö med varmblandat asfaltbärlager, AG. I rapporten konstateras även att med bättre insikt om beläggningens materialets specifika karaktär hade man sluppit en del "misslyckanden" och istället fått uppleva mer av de goda egenskaperna hos AEB Ö.