

Ett **SBUF**-projekt

Datum
2016-06-30

Författare
Erik Oscarsson

Skanska Sverige AB
Teknik - Väg och Asfalt
PL 6185
424 57 Gunnilse
Tel: 010-44 84 311
Fax: 031-94 33 35

Beteckning
ID: 12484

UPPFÖLJNING AV PROVVÄG E6 MED POLYMERMODIFIERADE BUNDNA LAGER



SKANSKA

Skanska Teknik - Väg och Asfalt

Uppföljning av provväg E6 med polymermodifierade bundna lager

Erik Oscarsson

SBUF-projekt, ID: 12484

Skanska Sverige AB

Teknik - Väg och Asfalt

PL 6185

424 57 Gunnilse

Förord

Detta projekt har till största delen finansierats av SBUF och Trafikverket. Författaren vill tacka alla deltagare referens- och arbetsgruppen som hjälpte till med vägledning och kommentarer. Ett särskilt tack till Tobias Pålsson för hjälp med prisuppgifter. Det praktiska laboratoriearbetet utfördes på Skanska VTC-Syd i Malmö.

Referensgruppen

Sigurdur Erlingsson	VTI
Safwat Said	VTI
Xiaohu Lu	Nynäs
Kenneth Olsson	Skanska
Erik Oscarsson	Skanska
Jonas Ekblad	NCC

Arbetsgruppen

Safwat Said	VTI
Kenneth Olsson	Skanska
Erik Oscarsson	Skanska

Erik Oscarsson, juni 2016

Skanska Sverige AB, Teknik - Väg och Asfalt

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	6
1 BAKGRUND.....	7
1.1 SYFTE MED PROVVÄGAR.....	7
1.2 SYFTE FÖR PROVVÄG E6 UDDEVALLA	7
1.3 BYGGNATION AV PROVVÄGEN.....	8
2 SYFTE OCH MÅL.....	9
3 LAGERINDELNING OCH MATERIAL	10
3.1 ASFALTBUNDNA LAGER.....	10
3.2 OBUNDNA LAGER	12
4 MATERIALPROVNING	13
4.1 PROVTAGNING OCH KORREKTIONER.....	13
4.2 DYNAMISKA STYVHETSMODULER	14
4.3 MATERIALDATA FÖR AASHTOWARE	17
5 TRAFIKKARAKTERISERING.....	19
5.1 FORDONSRÄKNING	19
5.2 WIM-MÄTNING	19
5.3 TRAFIKDATA FÖR AASHTOWARE	20
6 KLIMATFAKTORER.....	24
7 RESULTAT OCH DISKUSSION	25
7.1 UPPMÄTTA SPÅRDJUP	25
7.2 BERÄKNADE SPÅRDJUP.....	27
7.3 BERÄKNAD FÖRDELNING MELLAN LAGER	28
7.4 KORRELATION.....	30
7.5 SPÅRDJUPSPROGNOS.....	32
7.6 KOSTNADSBERÄKNING.....	33
8 SLUTSATSER.....	34
9 REFERENSER	35

Bilaga 1. Arbetsrecept för varje beläggningslager

Bilaga 2. Beräkningsutskrifter från AASHTOWare

Sammanfattning

Provväg E6 Geddeknippen-Kallsås byggdes 2004-2006 i syfte att utvärdera nyttan av polymermodifierade asfaltlager jämfört med konventionella. Detta projekt utfördes parallellt med VTI:s och Nynäs långtidsuppföljning. Projektets första delsyfte var att påvisa nyttan med PMB och utreda om det är kostnadseffektivt. Det andra delsyftet är att undersöka hur väl den kontinuerliga nedbrytningen i vägkroppen kan modelleras när polymermodifierade material ingår.

En stor del av modelleringen innebar att bestämma högkvalitativ indata som omfattar materialegenskaper, trafikkaraktisering och klimat. En av de viktigaste materialegenskaperna är asfaltbelägningarnas styvhetsmoduler, även kallade dynamiska moduler. Detta utfördes med uppborrade provkroppar i laboratorium genom press-dragprov. Trafiken karakteriserades genom fältmätningar med Weigh-In-Motion (WIM) och trafikflödesmätningar för att extrahera data såsom trafikflöde, årlig ökning, andel fordon per fordonsklass, axellastspektrum, antal axlar per fordonsklass. Klimatdata bestämdes utifrån data från SMHI där variabler såsom lufttemperatur, vindhastighet, solstrålning, molntäcke och nederbörd kartlades.

Utvärderingen visade att skillnaden i uppmätt spårdjup mellan vägobjekt med och utan polymermodifierade asfaltlager var liten. Den konventionella vägkonstruktionen hade något högre initial spårbildning men det årliga tillskottet var litet, vilket kan bero på efterpackning eller produktionsrelaterade skillnader.

De beräknade spårdjupen från AASHTOWare var generellt mer än dubbelt så höga som de uppmätta och hade relativt liten inbördes skillnad mellan vägobjekten. Korrelationen mellan de beräknade och uppmätta spårdjupen var relativt god. De beräknade spårdjupen var 2,4-2,8 gånger större än de uppmätta. Det innebär att AASHTOWare överpredikerade spårdjupet grovt och behöver kalibreras före användning.

Det beräknade spårdjupet var minst för den helt konventionella referenssträckan Ref1 och störst för 1b som enbart hade polymermodifierade asfaltlager. Orsaken till att de beräknade spårdjupen blev större vid polymermodifiering är skillnader i styvhetsmoduler. Skillnader i fasvinkel ingår för närvarande inte som indata i AASHTOWare.

Vägobjekt 1a med polymermodifierat asfaltgruslager hade en livslängdsökning på 6 % som inte översteg merkostnaden för PMB på 13 %. Vägobjekten 1b och 2a visade en prognosticerat negativ livslängdsförändring på -14 % respektive -12 %, vilket inte motiverar merkostnaden av PMB på 27 % respektive 14 %. Sammantaget ger denna studie inte stöd för antagandet att polymermodifierat bitumen är kostnadseffektivt med avseende på spårbildning. Andra kända fördelar såsom motstånd mot sprickbildning och åldring utvärderades dock inte.

1 Bakgrund

1.1 Syfte med provvägar

Byggnation och långtidsuppföljning av provvägar utförs för utvärdera hur väggroppen bryts ned under verkliga trafik- och klimatförhållanden. De flesta provvägar består av ett antal vägsektioner som skiljer sig åt i något avseende. Betydelsen av skillnaderna i material eller lagerstruktur kan utvärderas direkt eftersom trafik och klimat är likartade när sektionerna ligger geografiskt samlat och utan på- eller avfarter emellan. Tidigare har flera andra provvägar följts upp inom SBUF-projekt, som exempelvis ”Uppföljning av E4:an vid Mätstation Eket” (Nilsson, 2004), och ”Provning av bundna bärlager, E6 Fastarp-Heberg” (Said & Hakim, 2008).

1.2 Syfte för Provväg E6 Uddevalla

Provvägen belägen på E6 vid Geddeknippeln-Kallsås (även kallat Kallsås) byggdes för att utreda effekterna av det polymermodifierade bituminet i asfaltlagren under verkliga förhållanden. I framtiden förväntas en ökning i användningen av polymermodifierade asfaltbeläggningar eftersom de kan öka motståndskraften mot nedbrytning. Den funktionella förbättringen måste balanseras mot den extra kostnad som polymerinblandning medför. Sammantaget förväntas polymermodifiering ha stor potential att vara samhällsekonomiskt lönsam där lösningen används. En samhällsekonomisk kalkyl förutsätter att effekterna av polymermodifiering har studerats genom dokumentation och uppföljning. Modellering kan användas för att delvis extrapolera en del av nedbrytningsförloppet.

Provvägar medverkar även till utvecklingen av nedbrytningsmodeller. Modellering kan användas vid dimensionering av nya vägar och vid underhåll för att upprätthålla en viss funktion till lägsta möjliga ekonomiska och miljömässiga kostnad. Genomförandet av funktionsentreprenader är helt beroende på att tillförlitliga modeller kan förutse nedbrytningen vid olika val av material och lagerstruktur. Modellering kan även användas till att uppskatta restvärdet när tiden för funktionsentreprenaden har löpt ut.

I dagsläget saknar det svenska dimensioneringsprogrammet PMS Objekt modeller för beräkning av spårdjup i asfaltbeläggningar trots att denna nedbrytningsmekanism är vanlig i Sverige och en av de främsta enligt COST 333 (1999). Därmed finns ett behov att validera och vidareutveckla spårdjupsmodeller. En av de mest spridda spårdjupsmodellerna ingår i dimensioneringsprogrammet AASHTOWare Pavement ME Design v2.2 (tidigare kallad DARWin och dessförinnan M-E PDG). AASHTOWare implementeras just nu i ett flertal amerikanska stater. Den grundar sig på analytiska principer men är även fältkalibrerad på ett stort antal vägar spridda över Nordamerika. Modellen har visat lovande resultat inom ett doktorandprojekt, ”Deformationer i asfaltbeläggningar” av Erik Oscarsson, som varit finansierat av SBUF/Trafikverket (Oscarsson, 2011). Även modellering av andra nedbrytningsmekanismer, exempelvis sprickbildning, underlättas genom synergieffekter eftersom stora delar av indata mängden är gemensam för modellerna.

1.3 Byggnation av provvägen

Provvägen är en del av motorvägen E6 belägen norr om Uddevalla mellan Geddeknippeln (58.37377, 11.78395) och Kallsås (58.40515, 11.73919) ca 64 m över havet enligt Figur 1. Provvägens sektioner i södergående körriktning byggdes med olika kombinationer av polymermodifierade och konventionella asfaltbeläggningar. Dessutom belades ett antal sektioner i norrgående riktning med olika polymermodifierade slitlagerbeläggningar. Denna rapport behandlar enbart provsektionerna i södergående riktning.



Figur 1. Karta över provvägens läge nära Geddeknippeln och Kallsås.

Före byggnation av provvägen utfördes en förundersökning inom ett SBUF projekt tillsammans med Trafikverket (Nordgren et al., 2007). Förundersökningarna syftade till att identifiera olika bitumen som kunde förbättra asfaltbeläggningarnas egenskaper. Arbetet utfördes genom både bindemedelsanalyser och provning av funktionella egenskaper på tillverkade asfaltprovkroppar. Resultatet var ett antal rekommenderade recept för konventionella och polymermodifierade asfaltmassor som låg till grund för beläggningssvalet.

Vägsektionernas asfaltgruslager och bindlager lades under 2003 och 2004 (Ulmgren & Aksell, 2005). Därefter öppnades vägen för trafik 2004-06-24 enligt Klickbara kartan (Trafikverket, 2014) fram tills läggningen av slitlagret mellan 2006-09-14 och 2006-09-21 (Malmqvist & Aksell, 2006). Trafiken antas ha släppts på igen i början av oktober 2006.

Byggrapporter finns från 2004 när vägen öppnades för trafik. Det är först nu, efter flera års trafik, som det är givande att börja utvärdera resultaten. Det aktuella SBUF-projektet är en del av den utvärdering som utförs av VTI.

2 Syfte och mål

Uppföljningens övergripande syfte är att utreda effekterna av det polymermodifierade bituminet i asfaltlagren. Det första delsyftet är att påvisa nyttan med PMB och utreda om det är kostnadseffektivt. Det andra delsyftet är att undersöka hur väl den kontinuerliga nedbrytningen i väggkroppen kan modelleras när polymermodifierade material ingår. Det tredje delsyftet är att öka kompetensen inom branschen genom samverkan.

En stor del av syftena kommer att uppnås inom VTI:s och Nynäs fleråriga uppföljning som finansieras av Vägverket och Nynäs. Detta projekt syftar till att utöka utvärderingen genom ytterligare modellering med AASHTOWare.

3 Lagerindelning och material

De typsektioner som studerades i detta arbete ligger på den södergående delen. Dessa vägkonstruktioner omfattar flera kombinationer av konventionella och polymermodifierade slit-, bind- och asfaltgruslager, som alla påverkar framväxten av spårbildning. Utifrån de södergående sektionerna i Figur 2 valdes vägobjekten Ref 1 (referens), 1a, 1b och 2a av flera skäl. På dessa objekt återfinns varje beläggningstyp i två sektioner där övriga beläggningstyper skiljer sig åt. Därmed blir det möjligt att jämföra vilken inverkan polymermodifieringen har när övriga beläggningstyper är desamma. Det gör även att materialprovningens omfattning begränsas. Ytterligare en anledning är att VTI:s uppföljning fokuserar mer på dessa sektioner än på de övriga (Said, 2011).

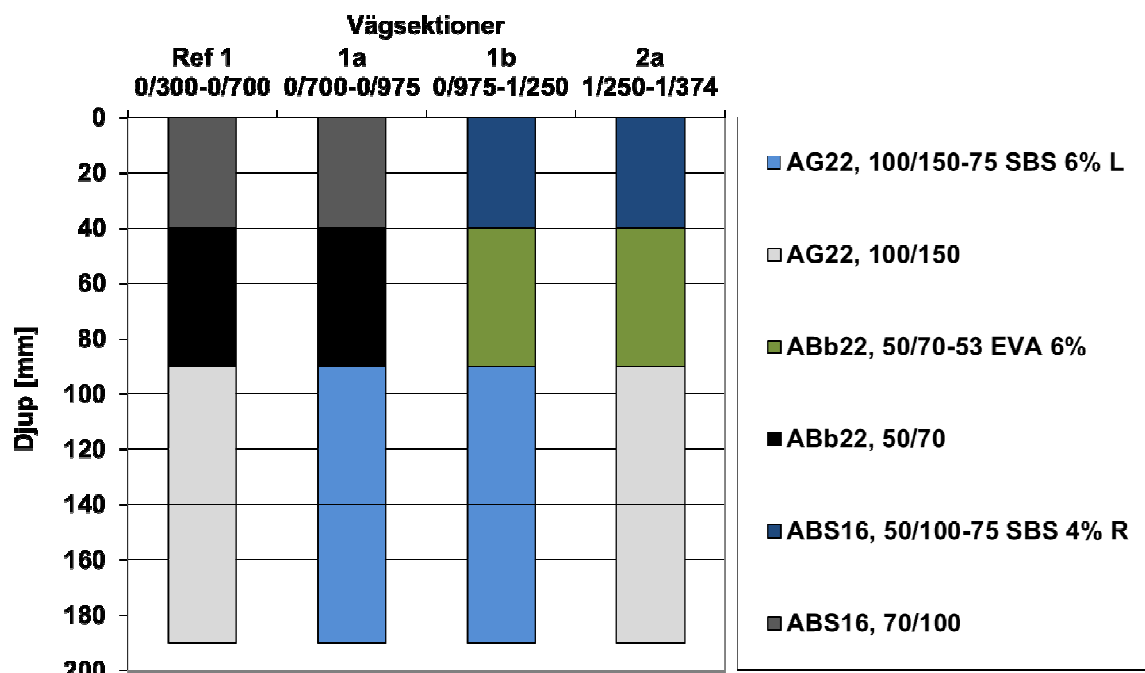
Test sections	Ref 1	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	Ref 2
Wearing course	70/100	70/100	50/100-75 SBS			70/100			70/100	
Binder course	50/70	50/70	50/70-53 EVA					50/70-53 SBS		50/70
Base course - over	100/150	100/150-75 SBS		100/150						100/150
Base course - under	100/150	100/150-75 SBS		100/150	160/220	160/220	100/150	160/220	100/150	100/150

Figur 2. Översikt över testsektioner och bindemedelstyper i dess asfaltlager (Lu et al., 2013).

3.1 Asfaltbundna lager

Samtliga valda sektioner har identisk lagerföljd med 40 mm slitlager av ABS16, 50 mm bindlager av ABb22 och 100 mm bundet bärlager av AG22 lagt i två skikt (Larsson, 2009). Skillnaden mellan de utvalda sektionerna var istället de bitumentyper som användes i respektive lager enligt Figur 3 (Ulmgren och Aksell, 2005; Malmqvist & Aksell, 2006; Nordgren et al., 2007; Larsson, 2009). Sträcka Ref 1 har enbart konventionella material, sträcka 1a har konventionellt slit- och bindlager men polymermodifierat asfaltgruslager, sträcka 1b har enbart polymermodifierade lager, och sträcka 2a har polymermodifierat slit- och bindlager men konventionellt asfaltgruslager. Därmed kan effekten av polymermodifiering i slit- och bindlager respektive asfaltgruslager utvärderas separat.

Polymeren som användes till slitlager i sektion 1b och 2a var styren-butadien-styren (SBS) av radiell typ (R). SBS tillhör gruppen termoplastiska elastomerer som har den huvudsakliga funktionen att öka elasticiteten genom att förskjuta balansen mellan elastisk och viskös respons (Read & Whiteoak, 2003). När responsen blir mer elastisk, och därmed mindre viskös, minskar den permanenta deformationen om töjningen är oförändrad. Bindlagret i sektionerna 1b och 2a modifierades med Etylvinylacetat (EVA). EVA tillhör gruppen termoplastiska polymerer som ofta kallas plastomerer. Dessa polymerer ökar materialets totala styvhet, vilket minskar den totala töjningen och därmed de permanenta deformationerna (Read & Whiteoak, 2003). I det bundna bärlagret i sektionerna 1a och 1b bestod polymermodifieringen av den linjära typen (L) av SBS. Arbetsrecepten för varje beläggningsslag redovisas i sin helhet i Bilaga 1 (Ulmgren och Aksell, 2005; Malmqvist och Aksell, 2006). Bindemedelshalt, hållrum och mjukpunkt enligt recept utgör indata i modelleringen, och visas i Tabell 1. För övriga indata såsom dynamisk och kinematisk viskositet samt specifik densitet antogs standardvärden. Dessa indata påverkar framförallt beräkningen av sprickbildning men har ingen påverkan på beräkning av spårbildning.



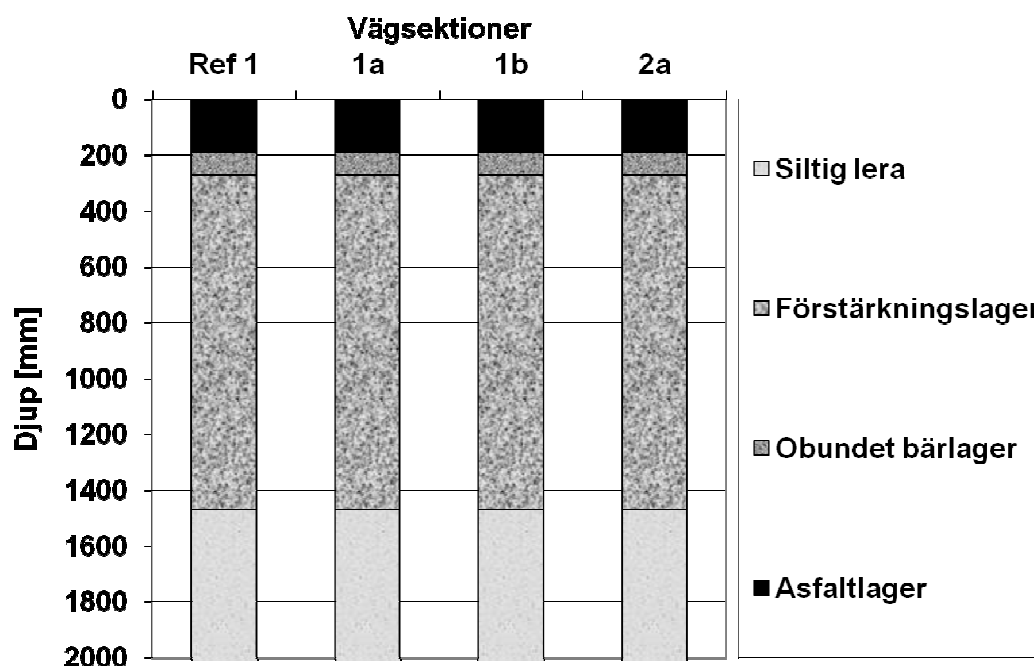
Figur 3. Beläggningstyp per asfaltlager i varje sektion.

Tabell 1. Bindemedelshalt och hålrum för varje beläggningstyp.

Bindemedel	ABS16 70/100	ABS16 50/100-75 SBS 4% R	ABb22 50/70	ABb22 50/70-53 EVA 6%	AG22 100/150	AG22 100/150-75 SBS 6% L
Bindemedelshalt [vol-%]	6,3 %	6,3 %	5,2 %	5,2 %	4,5 %	4,5 %
Hålrum [vol-%]	3,0 %	3,0 %	3,5 %	3,5 %	4,5 %	4,5 %
Mjukpunkt [°C]	46	98	50	66	43	90
Antagen dynamisk viskositet vid 60 °C [Pas]	200	200	200	200	200	200
Antagen kinematisk viskositet vid 135 °C [cSt]	300	300	300	300	300	300
Antagen specifik densitet [kg/dm ³]	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023

3.2 Obundna lager

Under de asfaltbundna lagren på totalt 190 mm ligger 80 mm obundet bärlager, 1200 mm förstärkningslager och till sist ett mäktigt lager siltig lera (Enocksson, 2012) enligt Figur 4 nedan. Enligt AASHTOs klassificeringssystem för obundna material uppskattades det obundna bärlagret motsvara materialklass A-1-a (Non-stabilized base) med E-modul 276 MPa. På samma sätt uppskattades förstärkningslagret motsvara A-1-a (Crushed rock) med E-modul 207 MPa och lerlagret A-7-5 (Subgrade) med E-modul 69 MPa.



Figur 4. Lagerindelning per materialtyp.

4 Materialprovning

Asfaltbeläggningarnas materialegenskaper bestämdes parallellt genom laboratorieprovning och beräkning utifrån materialens sammansättning och komponenter. Den viktigaste materialparametern vid modellering av spårdjup är asfaltbeläggningarnas dynamiska moduler, där höga dynamiska moduler ger motståndskraft mot spårbildning. De dynamiska modulerna presenteras ofta grafiskt i form av en masterkurva. Den dynamiska modulen beskriver den viskoelastiska asfaltbeläggningens styvhet som funktion av belastningsfrekvens och temperatur.

4.1 Provtagning och korrektioner

Provkroppar inhämtades 2011-06-30 genom borrning på den befintliga vägen. Borrkärnorna togs upp vid flera olika sektioner för att dess materialegenskaper skulle kunna anses representativa för hela sträckan. Riktningarna för borrningarna var ca 3 m från de sektioner där VTI:s tvärprofil utförs med jämna mellanrum. De slutliga sektionerna där borrning utfördes redovisas i Tabell 2. Där visas att borrning endast utfördes på sträckorna Ref1 och 1b. Borrkärnorna innehöll samtliga asfaltlager av intresse. Därför antogs att varje asfalttyp hade samma egenskaper oavsett vilken sträcka den kom från.

Tabell 2. Sektioner där borrning utfördes.

Sträcka	Ref 1				1b			
Borrkärna	Ref1-1a	Ref1-2a	Ref1-3b	Ref1-3a	1B-1a	1B-2a	1B-3b	1B-3a
Sektion	397	547	660	660	1057	1138	1218	1218

Vid modellering används de initiala materialegenskaperna som modellen därefter korrigerar med avseende på åldring och nedbrytning under vägens livslängd. När provkropparna borrar upp flera år efter att vägen öppnades har en del av denna utveckling redan skett. Därför måste de materialegenskaper som uppmätts för gamla provkroppar korrigeras för att erhålla de initiala materialegenskaperna. I detta fall borrades provkropparna mellan hjulspåren för att minimera nedbrytning orsakad av trafik. Korrigering av uppmätta styvhetsmoduler med avseende på åldring utfördes med ekvationen nedan, som är ett empiriskt samband från ATB Väg (2005). Det ska dock tilläggas att ekvationen baseras på studier av konventionella asfalttyper och att polymermodifiering normalt ökar åldringsbeständigheten. Resultaten visas i Tabell 2 som baseras på ungefärliga medelvärden för läggnings- och provningsdatum.

$$E(d_0) = E(d_1) \frac{1.313}{d_1^{0.08}}$$

där

E: Dynamisk modul [MPa]

d₀: Initial ålder (30 dagar)

d₁: Aktuell ålder [dagar]

Tabell 3. Styvhetsjustering från läggning till provning.

Lager	Lägningsdatum	Provningsdatum	Styvhetsjustering
Slitlager	2006-09-20	2012-03-01	1,40
Bindlager	2004-07-01	2012-03-01	1,44
Bärlager	2003-01-01	2012-03-01	1,46

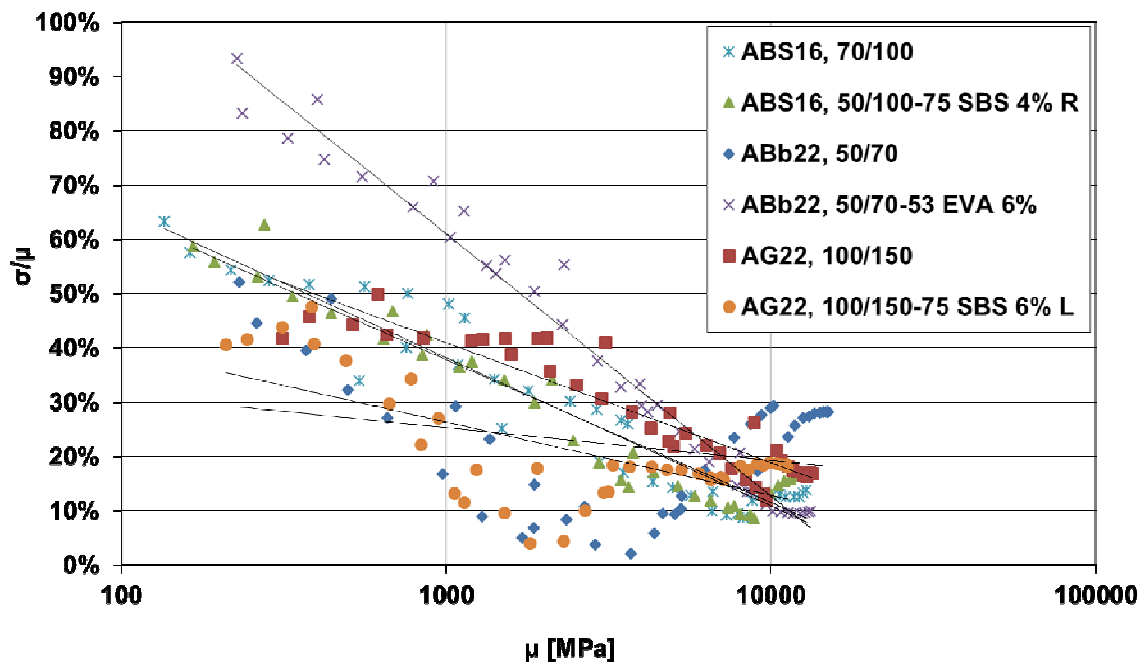
AASHTOWares justering av långtidsåldring, baserat på bituminets viskositet och beläggningens hålrums halt, är en integrerad del av den slutna programvaran. Därmed kan inte AASHTOWares långtidsåldring kontrolleras på ett direkt sätt.

4.2 Dynamiska styvhetsmoduler

Bestämning av dynamiska styvhetsmoduler utfördes genom press-dragprov på uppborrade provkroppar med diameter 150 mm och tjocklek 40 mm. Det anses viktigt att använda uppborrade provkroppar för att bestämma beläggningens verkliga egenskaper i fält. Beläggningens begränsade tjocklek medför dock att de uppborrade provkropparna kan bli maximalt 40-50 mm höga. Därmed kan uniaxialförsök inte utföras eftersom det kräver 150 mm höga provkroppar. Enaxiell provning är annars det materialtest som rekommenderas för bestämning av dynamisk styvhetsmodul inom AASHTOWare (NCHRP, 2004). Kim (2004) har därför utvecklat en viskoelastisk beräkningsmetod för att ersätta uniaxialförsök med press-dragprov, och resultaten har visat god teoretisk och praktisk överensstämmelse. Därför bestämdes de dynamiska styvhetsmodulerna genom press-dragprov.

Tre provkroppar från varje beläggningstyp belastades med sinusformade belastningscykler vid 10 frekvenser och 4 temperaturer. Vid var och en av temperaturerna -10 °C, 5 °C, 20 °C och 35 °C utfördes ett frekvenssvep med belastningsfrekvenserna 25, 20, 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 och 0.01 Hz. Före mätning vid varje frekvens förbelastades provkroppen med 10 belastningscykler följt av 10 testcykler. Provning vid 0.01 Hz och 35 °C utfördes inte eftersom det ger ogiltiga resultat och medför skador på både provkropp och provutrustning. Högre temperaturer än 35 °C användes inte av samma skäl. Före varje provning tilläts temperaturen att stabiliseras under minst 4 timmar. Dessutom utfördes kontrollmätning med en givare som var integrerad i en extra provkropp för att hålla temperaturens noggrannhet inom ± 0.5 °C. Töjningen hölls inom intervallet 40-60 microstrain för att få en klar mätsignal utan att riskera att hamna utanför materialets linjärt viskoelastiska område.

Styvhetsmoduler från mätningar där beräknade Poissons tal och/eller fasvinklar angavs med teoretiskt omöjliga värden rensades bort. För att uppskatta den statistiska spridningen av styvhetsmodul mellan provkroppar beräknades den relativa standardavvikelsen, det vill säga standardavvikelsen för tre provkroppar delat med medelvärdet. Relationen mellan relativa standardavvikelsen och medelvärdet visas i Figur 5. Spridningen mellan provkroppar är stor, i synnerhet vid lägre medelvärden för styvhetsmodul. Det beror ofta på att en provkropp uppvisar konsekvent avvikande styvhetsmoduler. För att i framtiden minska den relativa standardavvikelsen föreslås att fler provkroppar testas, följt av strykning av extremdata enligt Trafikverket (2011).



Figur 5. Relativ standardavvikelse som funktion av medelvärde.

De kvarvarande uppmätta styvhetsmodulerna korrigerades med tidigare nämnda åldringsmodell och modellerades därefter som så kallade masterkurvor genom sigmoidalfunktionen i AASHTOWare (NCHRP, 2004) vid referenstemperaturen 20 °C:

$$\log|E^*| = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta - \gamma \log(f_r)}}$$

där

$|E^*|$: Dynamisk modul [MPa]

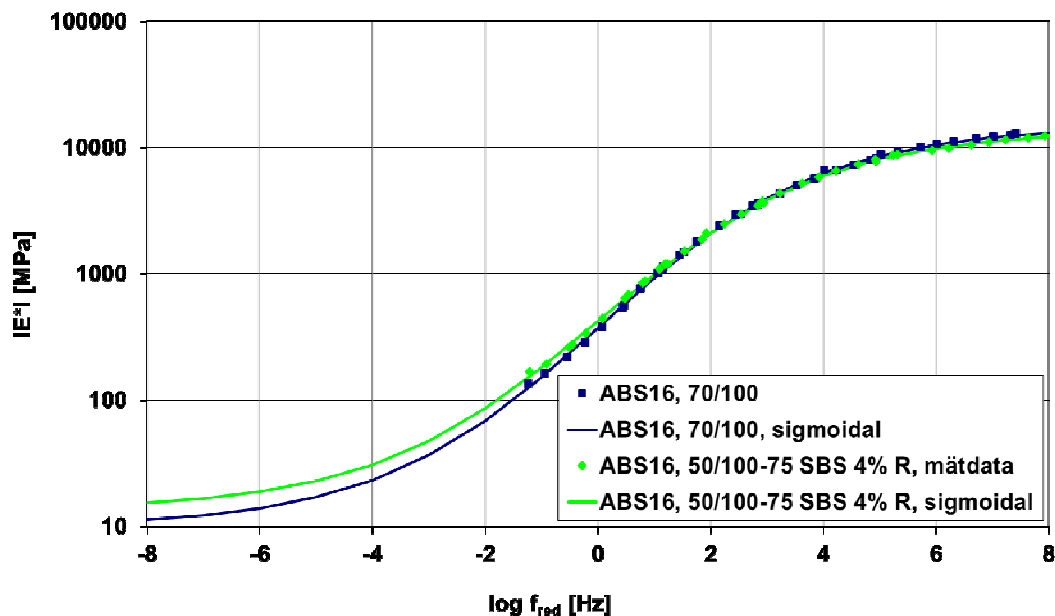
f_r : Reducerad frekvens

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: Konstanter

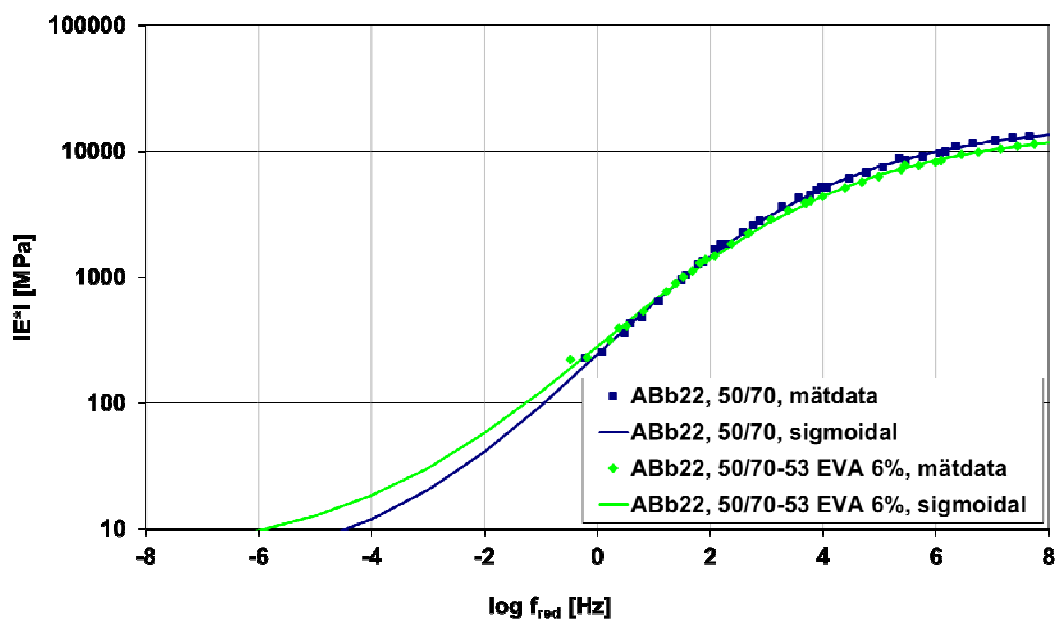
Sigmoidalfunktionens enda variabel är reducerad frekvens, som i sig är en funktion av belastningsfrekvens och temperatur. Enkelt uttryckt ger kan en låg dynamisk modul orsakas av en frekvenssänkning eller en temperaturhöjning. Spårbildning uppstår när de dynamiska modulerna är låga, exempelvis under mycket varma sommardagar och/eller när trafiken rör sig långsamt vid busshållplatser eller trafikljus. Sigmoidalfunktionens konstanter bestämdes genom minsta-kvadratmetoden, där konstanterna anpassas tills sigmoidalkurvan motsvarar uppmätta korrigerade värden med minsta möjliga avvikelse.

Tabell 4. Konstanter i den sigmoidala ekvationen för samtliga asfaltbeläggningar.

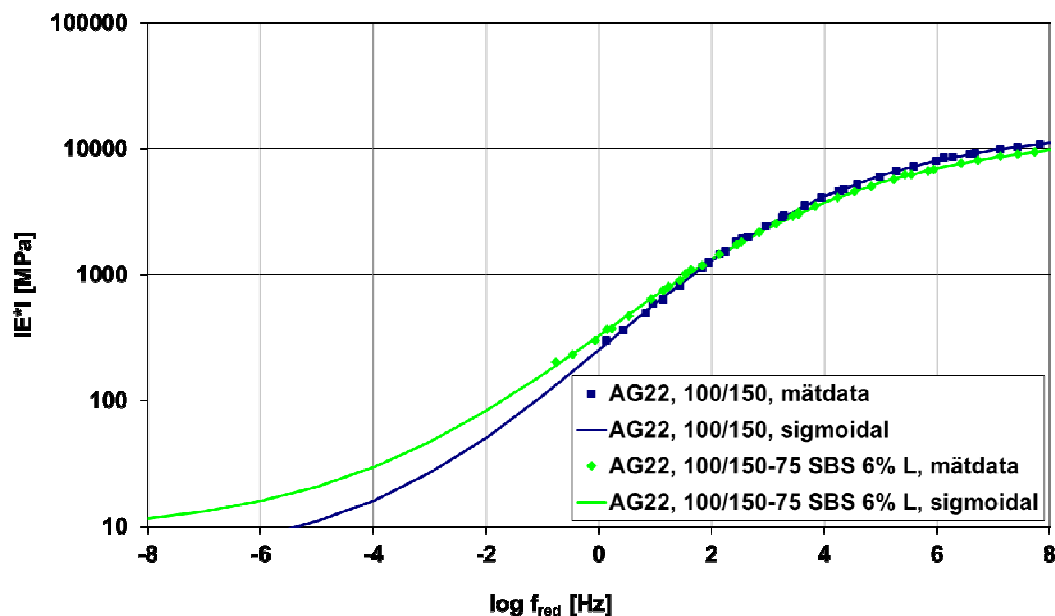
	δ [MPa]	α [MPa]	β	γ
ABS16, 70/100	1.003	3.17	0.0133	0.509
ABS16, 50/100-75 SBS 4% R	1.134	3.01	0.0134	0.500
ABb22, 50/70	0.573	3.65	0.0136	0.455
ABb22, 50/70-53 EVA 6%	0.748	3.43	0.0136	0.429
AG22, 100/150	0.687	3.47	0.0209	0.430
AG22, 100/150-75 SBS 6% L	0.939	3.18	0.0133	0.398



Figur 6. Masterkurvor för slitlagervid T_{ref} 20 °C.



Figur 7. Masterkurva för bindlager vid T_{ref} 20 °C.



Figur 8. Masterkurva för asfaltgruslager vid T_{ref} 20 °C.

4.3 Materialdata för AASHTOWare

De åldringskorrigerade dynamiska styvhetsmodulerna räknades om till ett format som passar för inmatning i AASHTOWare enligt Tabell 5 till Tabell 10.

Tabell 5. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för ABS16 70/100.

T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Tabell 6. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för ABS16 50/100-75 SBS 4% R.

T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Tabell 7. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för ABb22 50/70.

T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	10715	12554	13928	14357
4.4	4790	7235	9644	10517
21.1	914	2027	3833	4717
37.8	151	390	968	1348
54.4	43	101	259	378

Tabell 8. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för ABb22 50/70-53 EVA 6%

T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	9324	10928	12164	12558
4.4	4030	6044	8092	8856
21.1	779	1636	3029	3724
37.8	147	339	775	1055
54.4	49	102	233	326

Tabell 9. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för AG22 100/150.

T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	9969	11280	12250	12553
4.4	4911	6904	8778	9445
21.1	1111	2205	3807	4553
37.8	223	523	1156	1538
54.4	76	171	404	564

Tabell 10. Åldringskorrigerade dynamisk styvhetsmoduler [MPa] för AG22 100/150-75 SBS 6% L.

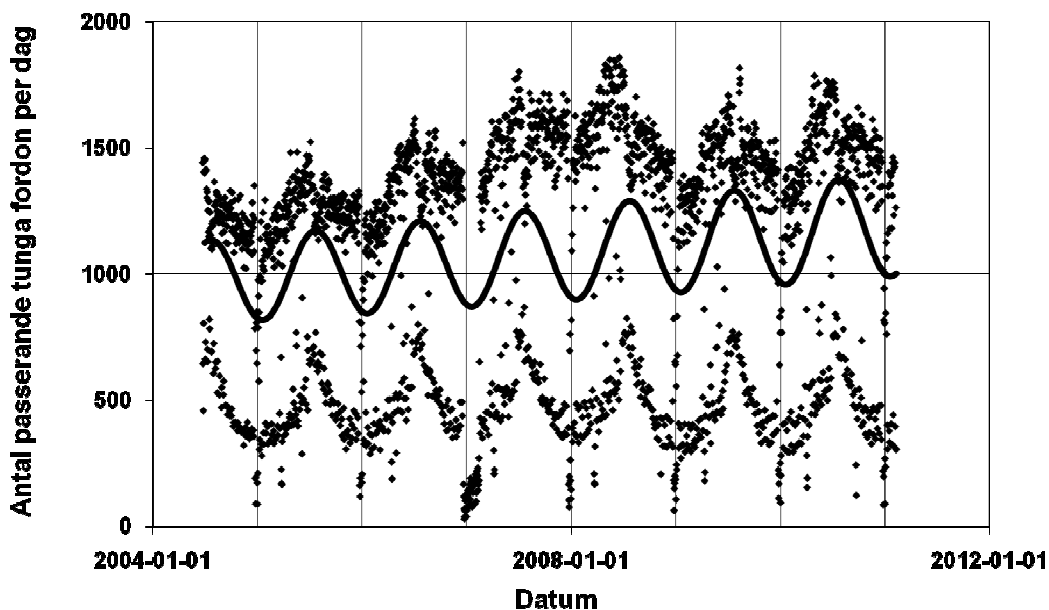
T [°C]	f [Hz]			
	0.1	1	10	25
-10.0	7710	9108	10234	10606
4.4	3217	4792	6464	7111
21.1	668	1305	2329	2846
37.8	153	313	644	850
54.4	61	114	228	305

5 Trafikkaraktisering

Trafiken karakteriserades genom fältmätningar av trafikflöde och med Weigh-In-Motion (WIM). Trafikflödesmätningarna registrerar antalet lätta och tunga fordon separat eftersom enbart det senare används vid modellering. Mätning med WIM innebär att axlarna på varje fordon vägs när den fast monterade mätanordningen passeras. Det gör att trafikens sammansättning kan karakteriseras i form av ett axellastspektrum. AASHTOWare förutsätter att trafiken först delas in i ett antal fordonsklasser baserat på axelgruppering enligt definition av Federal Highway Administration (NCHRP, 2004).

5.1 Fordonsräkning

Frekvensen av tunga fordon uppmättes genom induktiva slingor över vägbanan. Dessa data inhämtades genom webbtjänsten Klickbara kartan (Trafikverket, 2014) för helårspunkten 9613 belägen norr om Torp för K1 i södergående riktning. Dessa data korrigerades med hjälp av WIM-data eftersom slingmätningarna registrerar en del lätta fordon med lång hjulbas som lastbilar. Därmed rensades 6.2 % av de slingmätta fordonen bort. Det uppmätta flödet av tunga fordon visas i Figur 9 där man tydligt kan se skillnad mellan högt trafikflöde på vardagar (övre svärmen) och lägre på helgdagar (undre svärmen). Medelvärdet av trafikflödet under varje vecka modellerades med en enkel sinusmodell för senare användning i spårdjupsmodellerna. Årsmedelflödet i körfält 1 vid öppningen den 24 juni 2004 var 968 tunga fordon per dag, den årliga tillväxten var 3,24 % och säsongsamplituden var ± 17.1 %.



Figur 9. Uppmätt och modellerat flöde av passerande tunga fordon per dag.

5.2 WIM-mätning

WIM-mätning utfördes vid Ljungskile i södergående körriktning av Trafikverket (2007). Data som fanns tillgängliga omfattar datumen 2007-09-27 till 2007-10-01 och även några timmar under 2007-10-08. Dessa data är något bristfälliga eftersom de inte omfattar veckans alla dagar och även för att flera dagar inte är kompletta enligt Tabell 11. Trafikens flöde och sammansättning kan inte antas vara lika under vardagar och helgdagar. Om dessa data skulle användas utan korrektion skulle helgrafiken ha fått en relativt större påverkan än normalt. För

att avhjälpa problemet användes data från vardagarna dubbelt upp, vilket gav rätt proportioner mellan vardagar och helgdagar. Trafikens sammansättning av axellaster antogs vara konstant under vägens livslängd även om det är möjligt att viss variation förekommer inom varje år och vecka.

Tabell 11. WIM-mätningarnas omfattning.

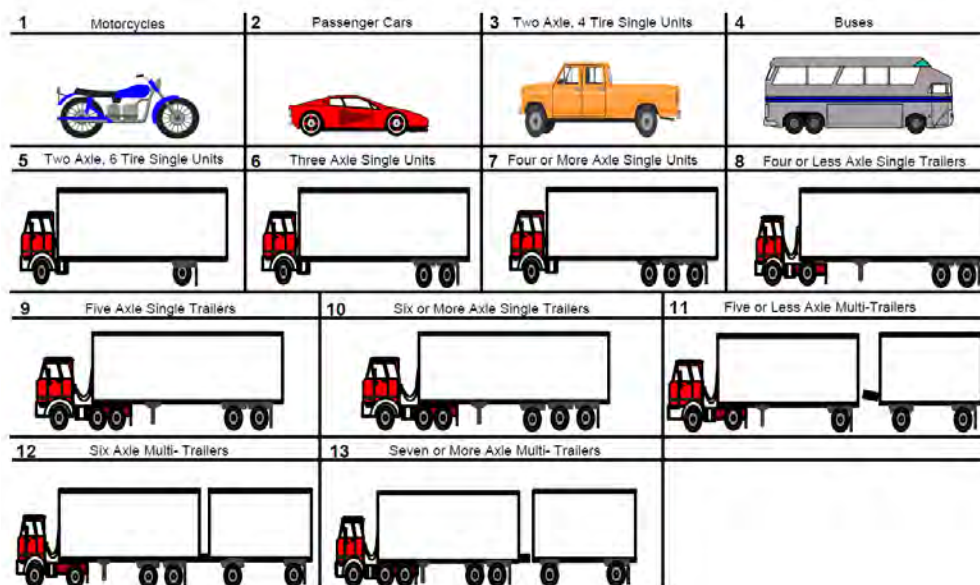
Datum	Veckodag	Uppmätt tid [h/dag]
2007-09-27	Torsdag	10.65
2007-09-28	Fredag	24.00
2007-09-29	Lördag	24.00
2007-09-30	Söndag	24.00
2007-10-01	Måndag	19.65
2007-10-08	Måndag	5.10

5.3 Trafikdata för AASHTOWare

Utifrån uppmätta trafikflöden och WIM-mätningar extraherades ett antal typer av trafikdata. Generell trafikdata visas i Tabell 12. Genom analys av WIM-data delades trafiken upp i fordonsklasser enligt definition av Federal Highway Administration (NY DOT, 2006) i Figur 10. Fördelningen mellan olika fordonsklasser visas i Tabell 13 tillsammans med uppskattad årlig ökningstakt utifrån trafikflödesmätningar. Antalet enkel-, dubbel-, trippel- och fyringaxlar för varje fordonklass bestämdes utifrån WIM-data enligt Tabell 14.

Tabell 12. Generell trafikdata.

Initial two-way AADTT	1936
Number of lanes	1
Percent trucks in design direction	50.0%
Percent trucks in design lane	100.0%
Operational speed [km/h]	89.1



Figur 10. Fordonsklasserna 1-13 enligt FHWA:s definitioner (NY DOT, 2006).

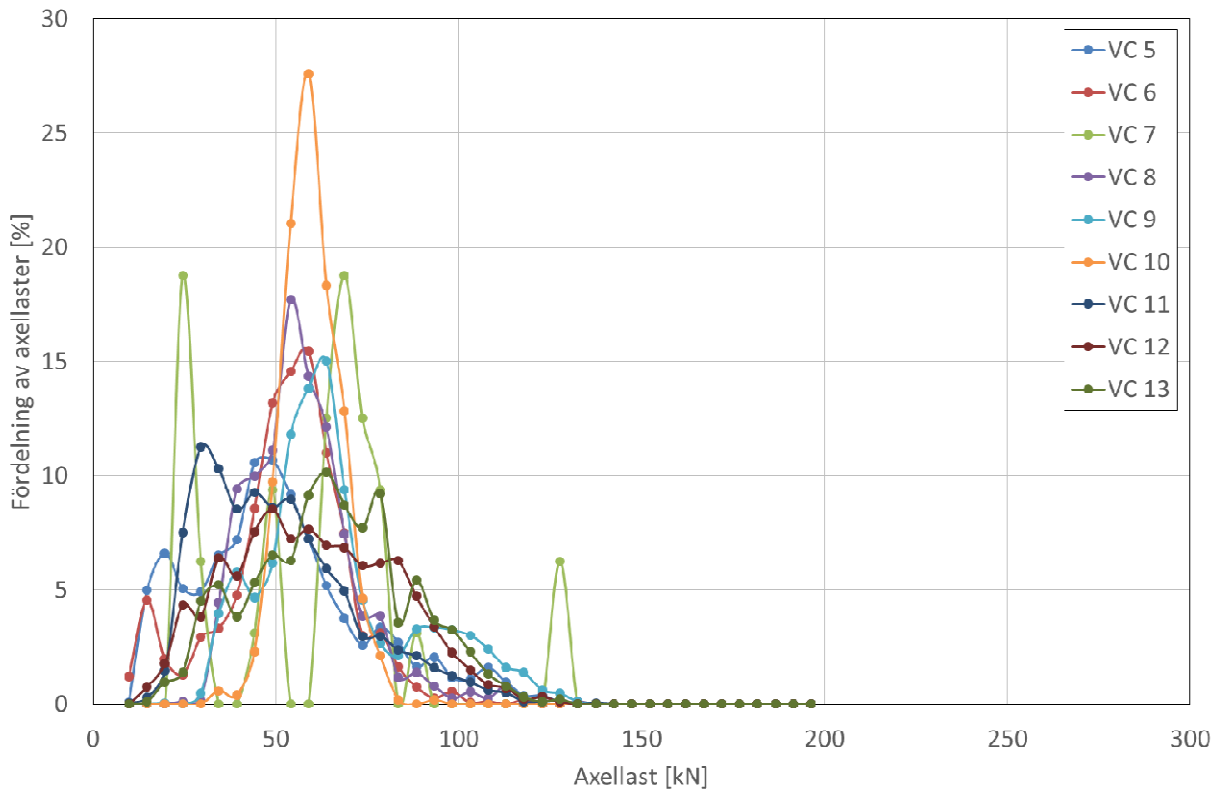
Tabell 13. Andel och årlig ökning för varje fordonsklass.

Vehicle class	Distribution [%]	Compound growth rate [%]
4	0.0	3.2
5	16.4	3.2
6	9.9	3.2
7	0.6	3.2
8	7.3	3.2
9	30.6	3.2
10	9.9	3.2
11	10.8	3.2
12	6.3	3.2
13	8.2	3.2

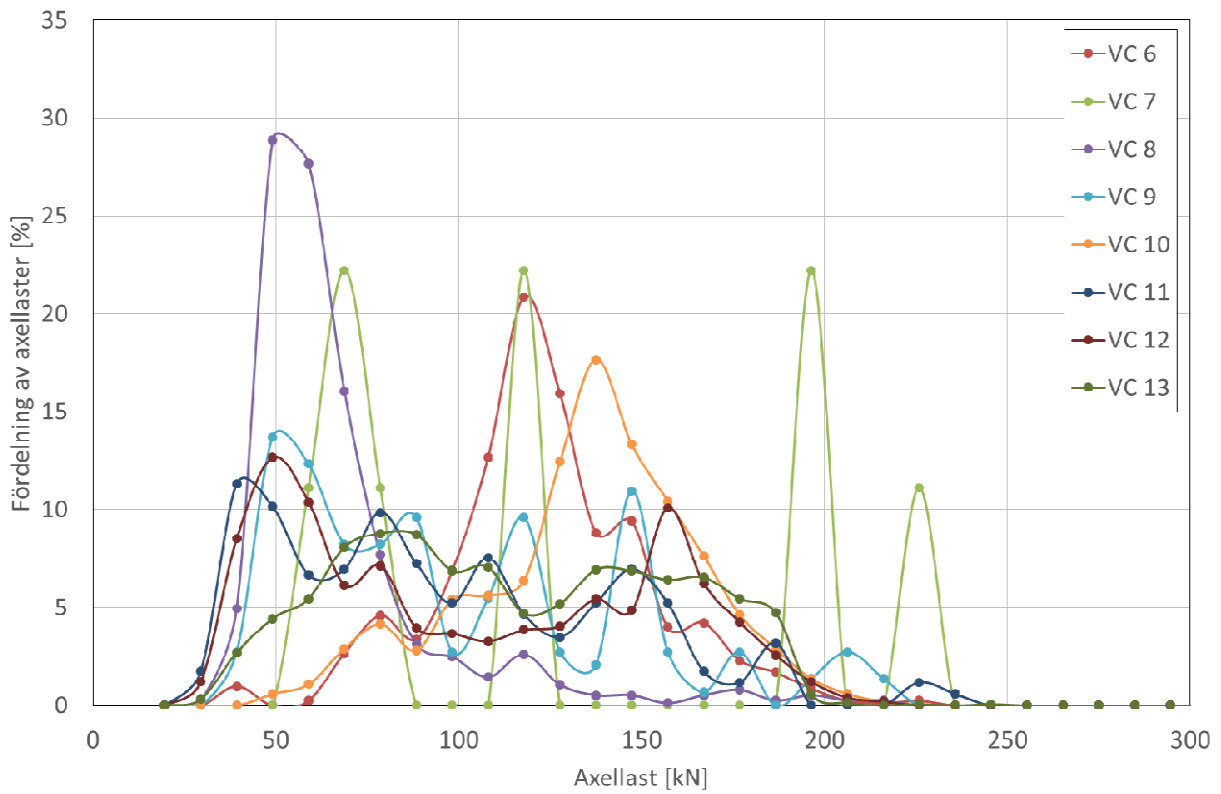
Tabell 14. Antal enkel-, dubbel-, trippel- och fyrlingaxlar.

Vehicle class	Single	Tandem	Tridem	Quad
4	2	0	0	0
5	2	0	0	0
6	1.7	0.65	0	0
7	0.76	0.64	0.66	0
8	2	1	0	0
9	1.96	0.09	0.96	0
10	1.33	3.34	0	0
11	3.56	0.45	0	0
12	2.12	1.24	0.47	0
13	2.23	2.09	0.25	0

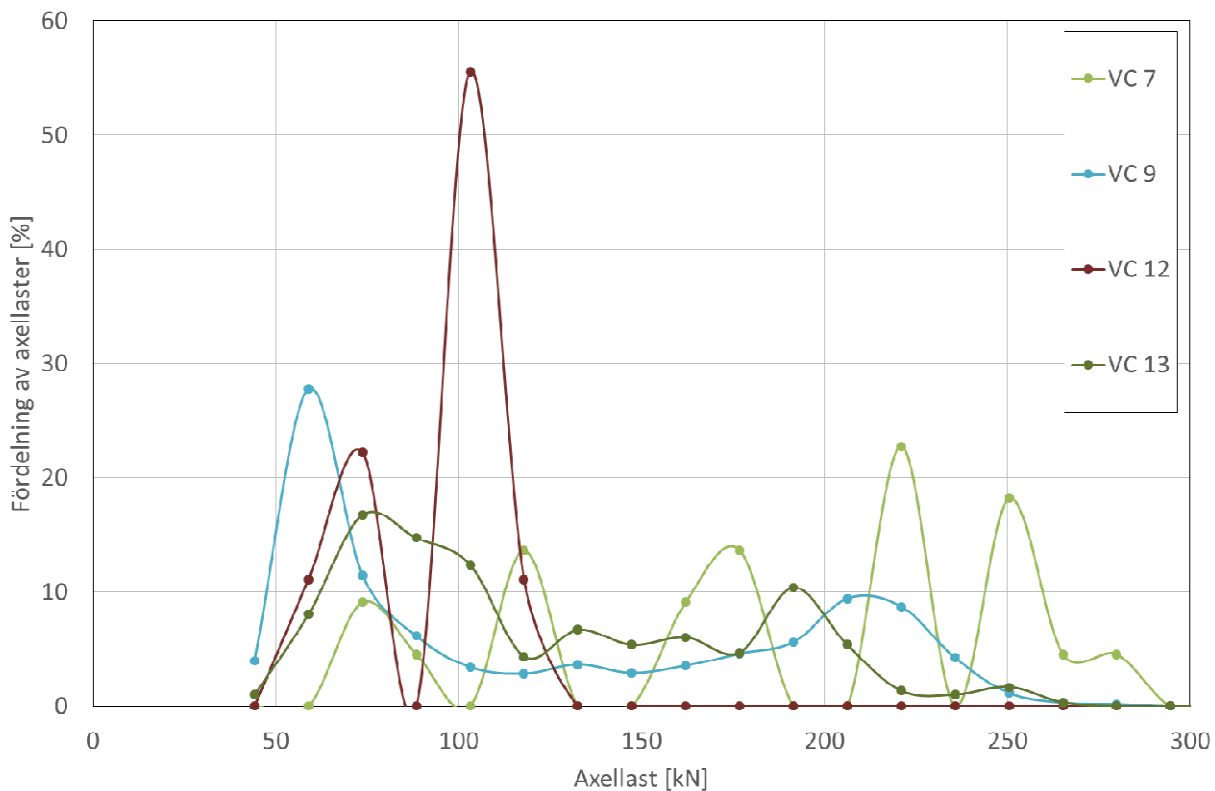
Bestämning av axellastspektrum innebär att varje axel klassas utifrån vilken last den har. Antalet axellastklasser i AASHTOWare är ca 30 st och utförs för enkel-, dubbel-, trippel- och fyrlingaxlar. Fyrlingaxlar används dock inte i Sverige och utgår därför. Axellastspektrum för enkel-, dubbel- och trippelaxlar visas i Figur 11, Figur 12 respektive Figur 13.



Figur 11. Axellastspektrum för enkelaxlar.



Figur 12. Axellastspektrum för dubbelaxlar.



Figur 13. Axellastspektrum för trippelaxlar.

6 Klimatfaktorer

Karakterisering av klimatfaktorer är viktiga eftersom asfaltbelägningens materialegenskaper är temperaturkänsliga. AASHTOWare använder sig av klimatmodellen EICM (Enhanced Integrated Climate Model) som beräknar det endimensionella flödet av värme och fukt utifrån klimatfaktorer såsom lufttemperatur, vindhastighet, solstrålning, molntäcke och nederbörd. Temperaturen beräknades i varje lager av vägkonstruktionen och för varje timme under ett fem år.

Klimatdata i form av temperatur, solstrålning, vind och nederbörd inhämtades från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI, 2011). Denna information behandlades och förpackades i en ICM-fil som beskriver klimatet timme för timme. Filen användes direkt i varje simulation med AASHTOWare, i vilken EICM ingår som en komponent. En sammanfattning av klimatdata visas i Tabell 15. Klimatdata för Geddeknippen-Kallsås.

Tabell 15. Klimatdata för Geddeknippen-Kallsås.

Minimum annual air temperature (°C)	-23.60
Maximum annual air temperature (°C)	30.30
Mean annual air temperature (°C)	7.29
Mean annual precipitation (mm)	1020.32
Average annual number of freeze/thaw cycles	63.57

7 Resultat och diskussion

7.1 Uppmätta spårdjup

Det totala spårdjupet uppmättes med vägytemätningsbil och hämtades från PMSV3 (Trafikverket, 2015). Genomgående användes medelvärden för spårbildning uppmätt med 17 lasrar, vilket är lämpligt för breda motorvägar. Uttaget av data från PMSV3 i Tabell 16 användes för att tilldela vägytedata till respektive vägobjekt enligt Tabell 17. Vägobjekten hade identiska uppbyggnader med undantag av att olika asfaltlager var polymermodifierade eller konventionella. Ref1 konstruerades utan polymermodifierade asfaltlager, 1a med polymermodifierade asfaltgruslager, 1b med polymermodifierade slit- och bind- och asfaltgruslager, och 2a konstruerades med polymermodifierade slit- och bindlager.

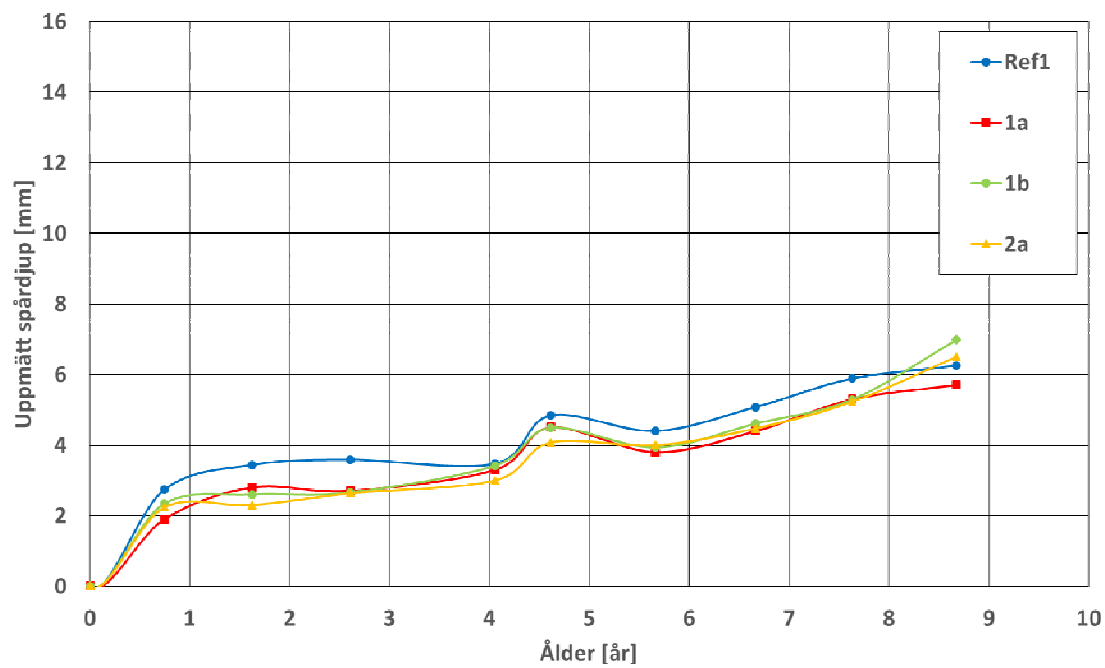
Tabell 16. Uttag av data från PMSV3.

Län:	Västra Götaland (O, 14)
Vägnr:	6.00
Löpandelängd:	90500 - 96000
Riktning:	Mot
Mätdata:	2003-01-01 - 2015-12-01
Beläggnings- och vägdata – senast gällande data sett från:	2015-12-01
Data hämtat från sträckindelning:	Homogena sträckor

Tabell 17. Tilldelning av vägytedata från PMSV3 till respektive vägobjekt.

Sträcka	Ref1	1a	1b	2a
Längd	400	275	275	125
Start	93334	93734	94009	94284
Slut	93734	94009	94284	94409

Vägobjektens spårdjup utvärderades baserat på jämförelse över hela tidsintervallet och inte vid slutet av intervallet, där enstaka punkter motsäger den generella trenden. Referensobjektet Ref1 hade som väntat överlag störst spårdjup enligt Figur 14 nedan. De vägobjekt som var konstruerade helt eller delvis med polymermodifierade asfaltlager hade en likartad utveckling med en knapp millimeter mindre spårdjup än referensobjektet under större delen av den observerade tiden. Skillnaden i spårdjup beroende på polymermodifiering av asfaltlager är således liten. Skillnaden uppstår tidigt och består under den observerade tiden, vilket kan bero på efterpackning eller produktionsrelaterade skillnader. Å andra sidan antogs att spårdjupet enligt samma mätmetod var lika med noll vid trafiköppning, något som inte är belagt.



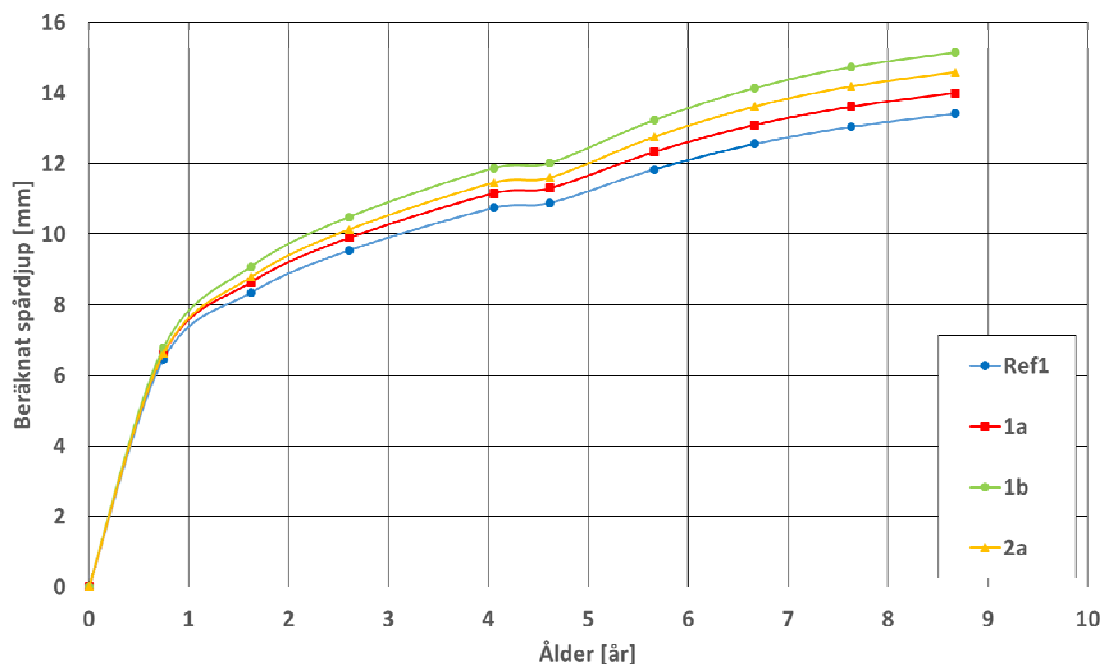
Figur 14. Uppmätt spår djupsutveckling för varje vägsträcka.

7.2 Beräknade spårdjup

De beräknade spårdjupen från AASHTOWare var generellt mer än dubbelt så höga som de uppmätta och hade relativt liten inbördes skillnad mellan vägobjekten enligt Figur 15. Under det första året ökar spårdjupet relativt snabbt på grund av beräknad efterpackning alternativt initiala produktionsrelaterade skillnader. I det intervallet är skillnaderna mellan vägobjekten obefintliga. Fullständiga beräkningsutskrifter återfinns i Bilaga 2. Kurvan är synbart något oharmonisk vid ca 4 års ålder, vilket enbart beror på merparten av beräknad deformation utvecklas på sommaren samt att motsvarande fältmätning utfördes sent på hösten istället för mitt på sommaren som de andra. Det beräknade spårdjupet var minst för den helt konventionella referenssträckan Ref1 och störst för 1b som enbart hade polymermodifierade asfaltlager. De beräknade resultaten står i motsats till både de uppmätta och vad som hade förväntats. Den relativa motsatsen är tydlig även om den absoluta skillnaden är liten. Polymermodifiering innebär en högre kostnad men förväntas ge längre livslängd genom ökad motståndskraft mot spårbildning såväl som sprickor, åldring och andra nedbrytningsmekanismer. Därför behöver en dimensioneringsmetodik kunna räkna hem nyttan av polymermodifiering, vilket inte var fallet med AASHTOWare.

Orsaken till att de beräknade spårdjupen blev större vid polymermodifiering är skillnaden i styvhetsmoduler, eftersom det är den enda skillnaden i indata mellan vägobjekten. Enligt Figur 6, Figur 7 och Figur 8 innebär samtliga asfaltlagers polymermodifiering att styvhetsmodulen minskar vid låg temperatur och/eller hög belastningsfrekvens och ökar vid hög temperatur och/eller låg belastningsfrekvens. Med andra gör polymermodifiering att styvhetsmodulen blir mindre beroende av temperatur och belastningsfrekvens. Beräkningsresultaten indikerar att låg temperatur och/eller hög belastningsfrekvens har varit vanligare än motsatsen. När styvhetsmodulerna för polymermodifierade lager har varit lägre har de beräknade spårbildningen blivit högre. Det visar att AASHTOWare ännu ej kan påvisa nyttan med polymermodifiering, vilket kan begränsa användningen av både AASHTOWare och polymerer. För att i framtiden kunna tillgodogöra sig polymerernas förbättrande egenskaper föreslås att AASHTOWares nedbrytningsfunktion utvecklas eller kalibreras ytterligare.

Polymermodifiering kan minska spårbildningen på två olika sätt. Antingen används plastomerer för att öka asfaltlagrets totala styvhet, vilket minskar den totala töjningen och därmed de permanenta deformationerna. Alternativt används elastomerer för att öka asfaltlagrets elasticitet, vilket leder till mindre permanent deformation om töjningen är densamma (Read & Whiteoak, 2003). AASHTOWare saknar framförallt möjlighet att påvisa nyttan med elastomerer eftersom fasvinkeln inte används vid beräkning.

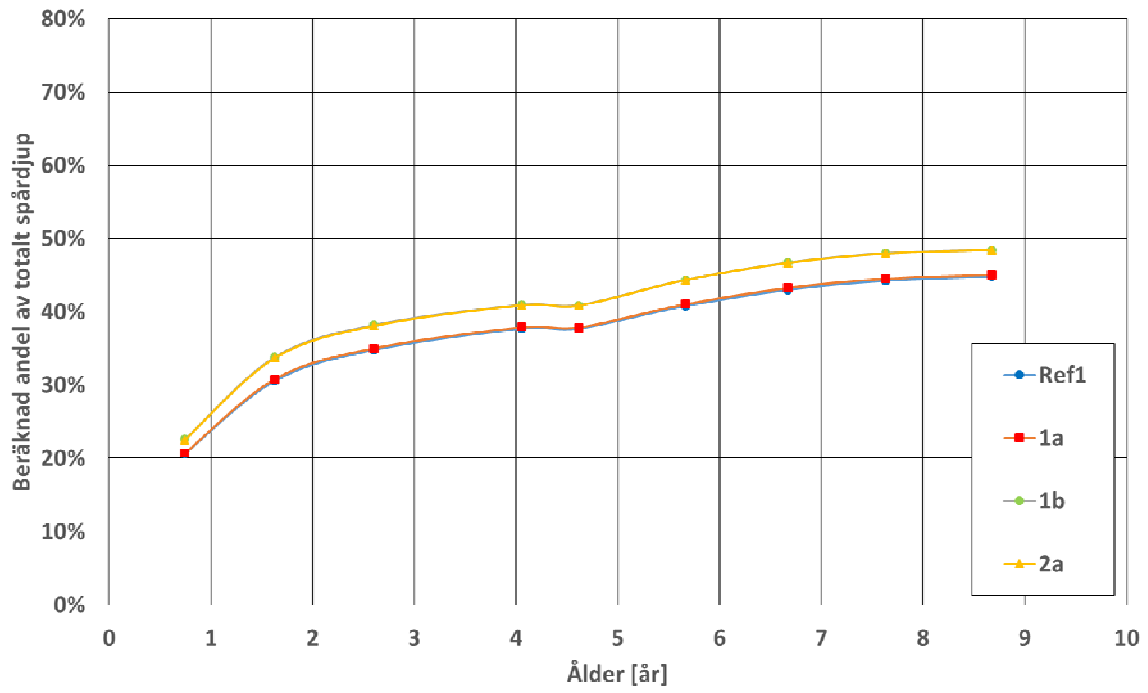


Figur 15. Beräknad spår djupsutveckling för varje vägsträcka.

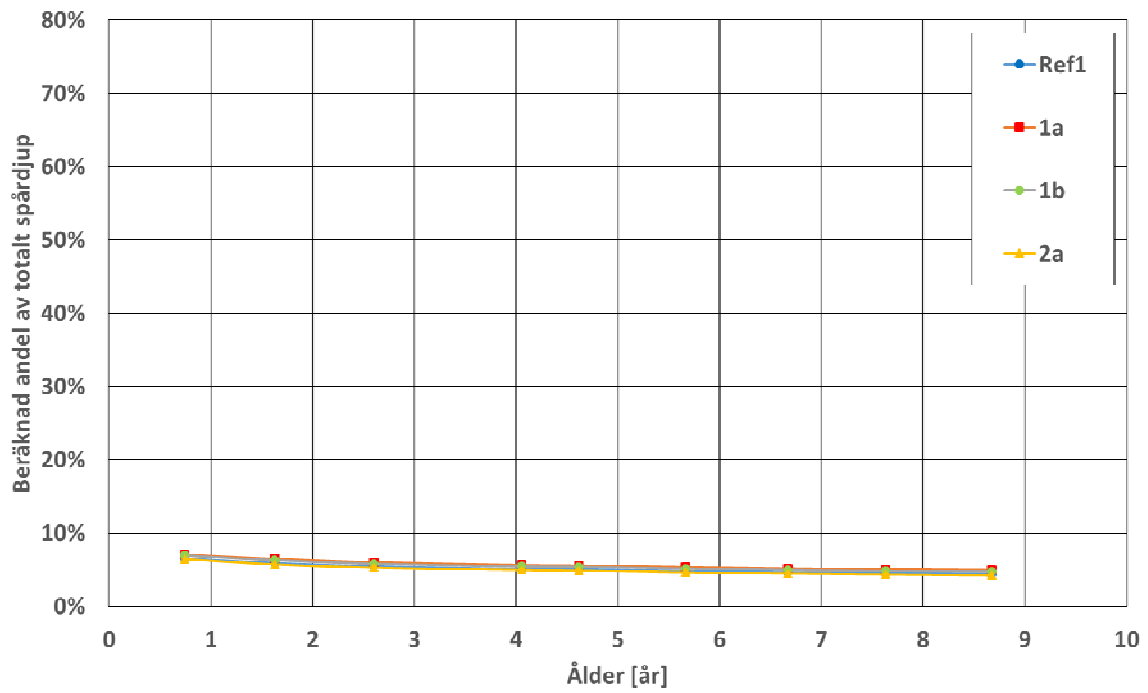
7.3 Beräknad fördelning mellan lager

Spår djupet på ytan beror av permanent deformation som uppstår i asfaltlager, obundna lager och undergrund. Modellens beräknade fördelning av spår djup mellan olika lager visas i Figur 16 till Figur 18. Beräknad andel spår djup från asfaltlager är generellt låg i början för att senare öka. För obundna lager är den låg under vägens livslängd. Beräknad andel spår djup från undergrund är generellt hög i början för att senare minska.

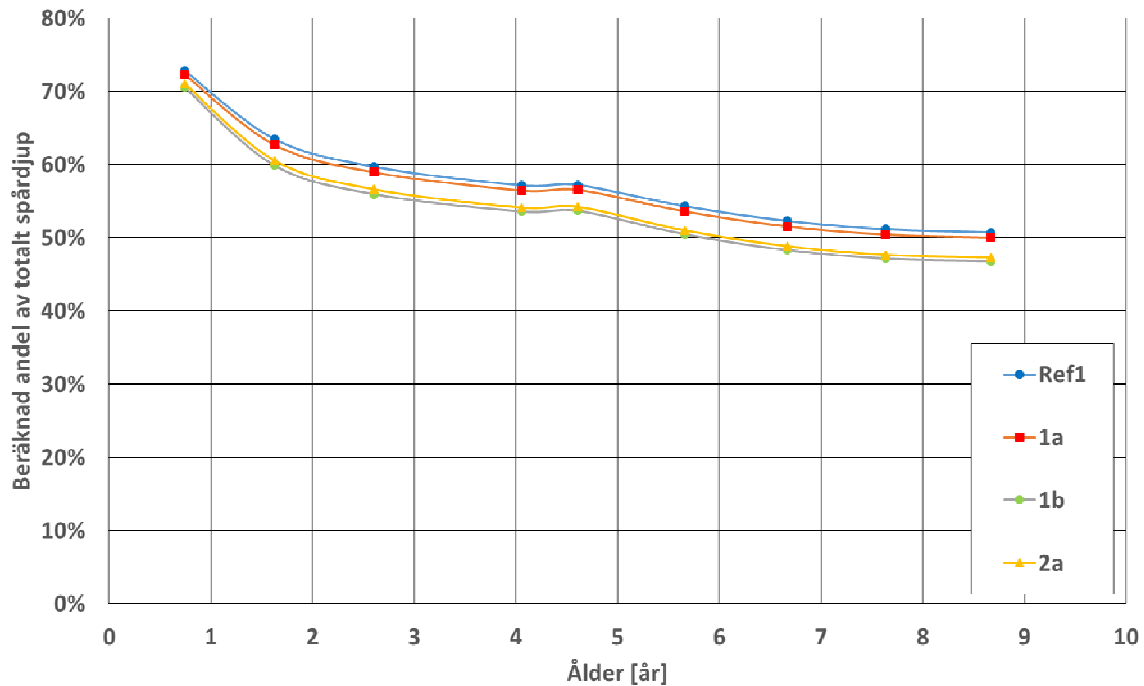
Trots liknande fördelningar för vägobjekten kan vissa skillnader noteras. Vägobjekten med polymermodifierade slit- och bindlager (1b och 2a) hade större andel i asfaltlager och mindre i undergrund jämfört med referensobjektet Ref1. Samtliga vägobjekt hade samma egenskaper i obundna lager och undergrund, vilket medför att alla skillnader beror av asfaltlagren. Förklaringen till skillnaden i fördelning är således att de konventionella asfaltlagren i Ref1 hade generellt högre styvhetsmodul vid de temperaturer och belastningsfrekvenser som vägen utsattes för.



Figur 16. Beräknad andel av totalt spår djup i asfaltlager.



Figur 17. Beräknad andel av totalt spår djup i obundna lager.

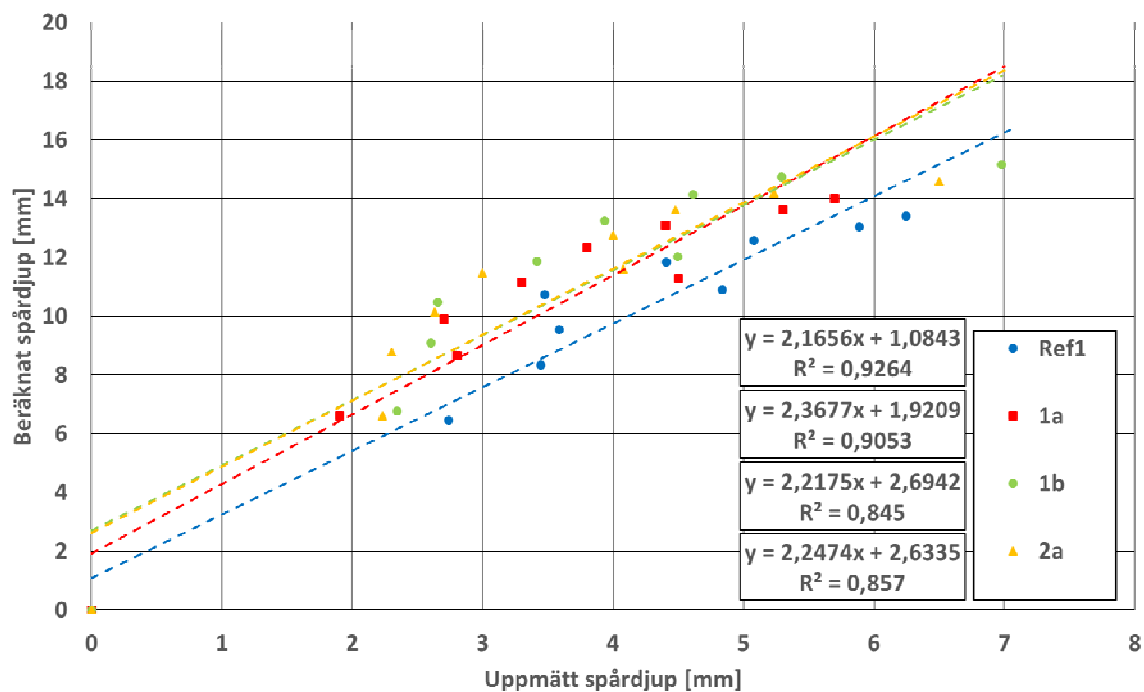


Figur 18. Beräknad andel av totalt spår djup i undergrund.

Samtidigt är undergrunden identisk mellan sektionerna och enbart asfaltlagren skiljer sig åt.

7.4 Korrelation

Korrelationen mellan de beräknade och uppmätta totala spår djupen var relativt god enligt Figur 19 nedan. I absoluta tal skiljde sig dock beräknade och uppmätta spår djup mycket, vilket visar sig som en linjelutning avsevärt högre än 1 och ett intercept avsevärt högre än 0. För referensobjektet Ref1 var lutningen ca 2,17 och intercept 1,08 medan den för de helt eller delvis polymermodifierade vägobjekten (1a, 1b och 2a) var lutningar på 2,21-2,37 och intercept på 1,92-2,69. Det innebär att AASHTOWare överpredikterade spår djupet grovt. För att räkna rätt är programmet därför i stort behov av lokal kalibrering enligt AASHTO (2010). Överprediktionen var större för de helt eller delvis polymermodifierade vägobjekten än för den helt konventionella Ref1, vilket återigen visar att AASHTOWare inte påvisar den nytta med polymermodifiering som fältmätningar visar och som erfarenhetsmässigt förväntas.



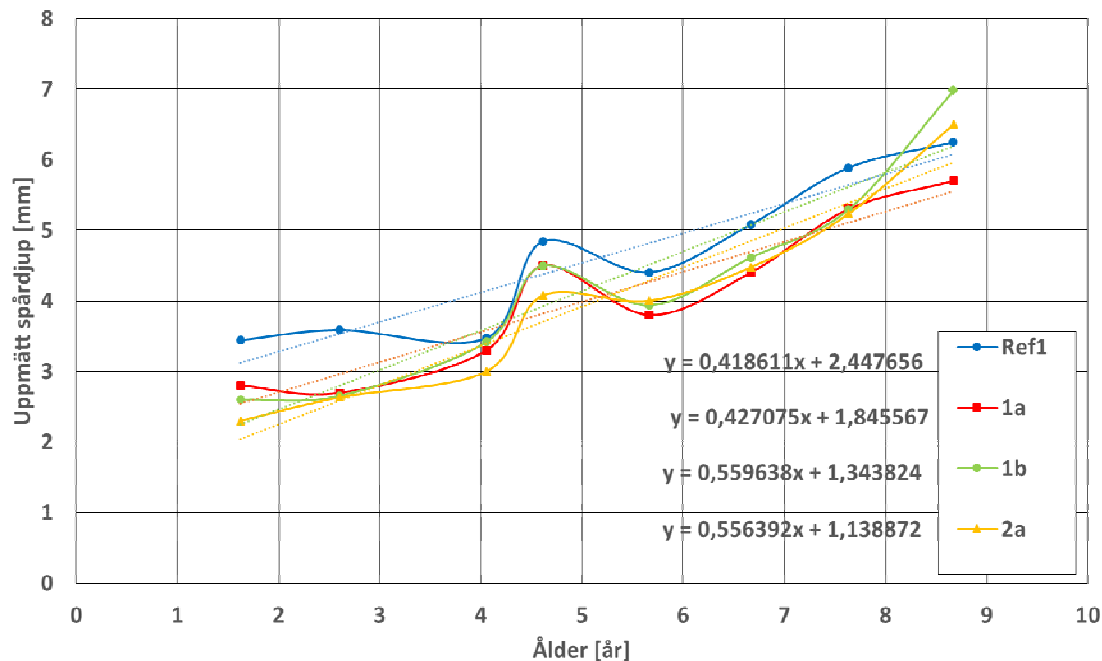
Figur 19. Korrelation mellan beräknad och uppmätt spår djupsutveckling för varje vägsträcka.

7.5 Spårdjupsprognos

För att avgöra huruvida PMB är kostnadseffektivt med avseende på motstånd mot spårbildning behöver ett antal antaganden göras:

1. Vägsträckornas livslängder begränsas av det totala spårdjupet.
2. Accepterat maximalt spårdjup är 10 mm.
3. Spårdjupsutvecklingen räknat i mm/år är konstant från ca 1,5 års ålder tills accepterat maximalt spårdjup är uppnått.
4. Beräkningsmodellen AASHTOWare kan i dagsläget inte prognosticera vägobjektens livslängd enligt tidigare resultat. Istället används linjär extrapolering av uppmätta spårdjup.

Utifrån dessa antaganden extrapolerades det uppmätta spårdjupet tills att 10 mm hade uppnåtts enligt Figur 20. Det resulterade i livslängder på 18,0 år för Ref1, 19,1 år för 1a, 15,5 år för 1b och 15,9 år för 2a. Vägobjekt Ref 1 med enbart konventionella asfaltlager beräknas alltså inte ha kortast livslängd, vilket beror på att den årliga ökningen av spårdjup faktiskt är lägst bland vägobjekten.



Figur 20. Linjär trend av utvärderad utifrån uppmätta spårdjup.

7.6 Kostnadsberäkning

Prisberäkningen baserades på antagna prisuppgifter för asfaltlager, merkostnad för polymermodifierat bitumen (PMB) samt hålrum enligt Tabell 18. Det möjliggjorde beräkning av merkostnaden för PMB för varje lager. Det bör understrykas att beräkningen gäller för aktuella priser för bitumen och PMB. Dessa priser kan förändras mycket och snabbt över tid. Resultaten tyder på att polymermodifiering kostar. Dessutom beror kostnaden för utläggning på hur ofta det utförs. Med dessa förbehåll uppskattas merkostnaden för polymermodifiering till ca 30 %.

Tabell 18. Prisberäkning för konventionella och polymermodifierade asfaltlager.

	Egenskap	ABS16	ABb22	AG22
Allmänt	Tjocklek [mm]	40	50	100
	Antagen yta [m ²]	1	1	1
Asfalt	Kompaktdensitet asfalt [ton/m ³]	2,5	2,5	2,5
	Vikt asfalt [ton/m ²]	0,10	0,13	0,25
	Antaget pris asfalt [kr/ton]	500	475	450
	Pris asfalt [kr/m ²]	50	59	113
Bindemedel	Bindemedelshalt	6,30%	5,20%	4,50%
	Antaget pristillägg PMB [kr/ton]	2500	2500	2500
	Pristillägg PMB [kr/m ²]	15,75	16,25	28,13
	Pristillägg för PMB av asfaltpris [kr/m ²]	32%	27%	25%

Prisberäkning utfördes sedan för respektive vägobjekt utifrån vilka av dess lager som var konventionella respektive polymermodifierade enligt Tabell 19. Vägobjekt 1a med polymermodifierat asfaltgruslager hade en livslängdsökning på 6 % som understeg merkostnaden för PMB på 13 %. Vägobjekten 1b och 2a visade en prognosticerat negativ livslängdsförändring på -14 % respektive -12 %, vilket inte motiverar merkostnaden av PMB på 27 % respektive 14 %. Sammantaget ger denna studie inte stöd för hypotesen att polymermodifierat bitumen är ett kostnadseffektivt sätt att minska spårbildning.

Tabell 19. Prisberäkning för varje vägobjekt.

	Vägobjekt			
	Ref1	1a	1b	2a
Lutning k	0,419	0,427	0,560	0,556
Koefficient m	2,45	1,85	1,34	1,14
Krav [mm]	10	10	10	10
Livslängd [år]	18,0	19,1	15,5	15,9
Livslängdsökning	0%	6%	-14%	-12%
Pris asfalt [kr/m ²]	222	250	282	254
Kostnadsökning	0%	13%	27%	14%

8 Slutsatser

I denna studie har följande slutsatser dragits:

1. Skillnaden i uppmätt spårdjup mellan vägobjekt med och utan polymermodifierade asfaltlager var liten. Den konventionella vägkonstruktionen hade något högre initial spårbildning men det årliga tillskottet var litet, vilket kan bero på efterpackning eller produktionsrelaterade skillnader.
2. De beräknade spårdjupen från AASHTOWare var generellt mer än dubbelt så höga som de uppmätta och hade relativt liten inbördes skillnad mellan vägobjekten. Korrelationen mellan de beräknade och uppmätta spårdjupen var relativt god. De beräknade spårdjupen var 2,4-2,8 gånger större än de uppmätta. Det innebär att AASHTOWare överpredikterade spårdjupet grovt och behöver kalibreras före användning.
3. Det beräknade spårdjupet var minst för den helt konventionella referenssträckan Ref1 och störst för 1b som enbart hade polymermodifierade asfaltlager. Orsaken till att de beräknade spårdjupen blev större vid polymermodifiering är skillnader i styvhetsmoduler. Skillnader i fasvinkel ingår för närvarande inte som indata i AASHTOWare.
4. Vägobjekt 1a med polymermodifierat asfaltgruslager hade en livslängdsökning på 6 % som inte översteg merkostnaden för PMB på 13 %. Vägobjekten 1b och 2a visade en prognosticerat negativ livslängdsförändring på -14 % respektive -12 %, vilket inte motiverar merkostnaden av PMB på 27 % respektive 14 %. Sammantaget ger denna studie inte stöd för antagandet att polymermodifierat bitumen är kostnadseffektivt för att minska spårbildning.
5. Vid provning av dynamiska styvhetsmoduler var spridningen mellan provkroppar stor, i synnerhet vid låga styvhetsmoduler. Det beror ofta på att en provkropp uppvisar konsekvent avvikande styvhetsmoduler. För att i framtiden minska den relativa standardavvikelsen föreslås att fler provkroppar än tre testas.

9 Referenser

AASHTO (2010). Guide for the Local Calibration of the Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide. Publication Code: LCG-1, American Association of State Highway and Transportation Officials.

ATB Väg (2005). Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion, Publikation 2005:112, Vägverket, Borlänge.

COST 333 (1999). Development of a new bituminous pavement design method. European commission, COST 333, Final report of the action.

Enocksson, C-G. (2012). Specialiststöd Vägteknik, Trafikverket. Personlig kommunikation. 2012-04-20

Kim Y.R., Seo Y., King M., Momen M. (2004). Dynamic modulus testing of asphalt concrete in indirect tension mode, Transportation Research Record, Vol. 1891, pp. 163-173.

Larsson F. (2009). Provväg E6 Geddeknippeln-Kallsås, Fältnätningar/uppföljningar och resultat. Nordiskt vägforum 2009, 2009-02-06.

Lu, X., Soenen, H., Heyrman, S., & Redelius, P. (2013). Durability of Polymer Modified Binders in Asphalt Pavements. XXVIII International Baltic Road Conference (Vol. 1).

Malmqvist E., Aksell K.-J. (2006). Provväg E6 Geddeknippeln – Kallsås, Polymermodifierade bindemedel, Byggnadsrapport 2006, VV projekt AL90 B 2004:20778, Peab.

NCHRP (2004). Guide for the Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures. National Cooperative Highway Research Program, Report 1-37A.

Nilsson R. (2004). Uppföljning av E4:an vid Mätstation Eket. SBUF projekt 11373, Skanska.

Nordgren T., Segerpalm J., Thorsenius J., Stenberg N. (2007). PMB - Inverkan på asfaltbeläggningens funktionella egenskaper. SBUF Projekt 11692, Skanska.

NY DOT (2006). Traffic Data Report for New York State. New York State Department of Transportation.

Oscarsson (2011). Mechanistic-Empirical Modeling of Permanent Deformation in Asphalt Concrete Layers. Doktorsavhandling, bulletin 259, Institutionen för Teknik och samhälle, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet.

Read J., Whiteoak D. (2003). The Shell bitumen handbook 5th Edition, Shell UK Oil Products Limited, Thomas Telford Publishing. London.

Said S.F., Hakim H. (2008). Evaluering av asfaltkonstruktion, E6 Fastarp-Heberg. Statens väg- och transportforskningsinstitut, SBUF Projekt 11789, Rapport 609, VTI.

Said S, (2011). Muntliga uppgifter, Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI.

SMHI (2011). Meteorologisk data, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

SBUF Rapport 12484, Uppföljning av provväg E6 med polymermodifierade bundna lager

Trafikverket (2007). WIM-mätning 1250 utförd under 2007. Kontaktperson: Tomas Winnerholt, Trafikverket.

Trafikverket (2011). TRVMB 705: Strykning av extremdata, Publ. 2011:092.

Trafikverket (2014). Klickbara kartan, helårspunkten 9613, K1 i södergående riktning.

Trafikverket (2015). PMSV3 - information om belagda vägar. <https://pmsv3.trafikverket.se/>, Avläst 2015-12-09.

Ulmgren N., Aksell K.-J. (2005). Provväg E6 Geddeknippen-Kallsås, Polymermodifierade bindemedel, Byggnadsrapport 2004, VV projekt AL90 B 2004:20778. NCC.

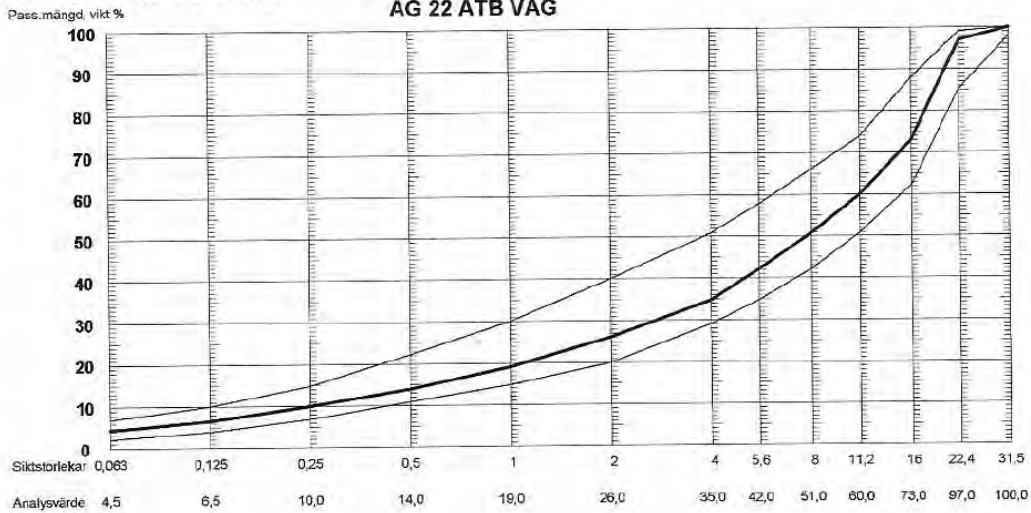
Arbetsrecept Referens AG 100/150 4,5%



ARBETSRECEPT Beläggningssmassa Produkt : AG 22 100/150 4,5% Leverantör : NCC Roads AB Sydväst Uddevällaverket Asfalt Objekt : E6 Geddeknippen - Kallsås		ARBETSRECEPT 1 Uppdragsgivare : NCC Roads Entreprenör : NCC Roads Datum fr.o.m : 2002-11-21											
Datum t.o.m :		Styvhetsmodul > 4000 MPa/10 Tillsatsmedel Cement 1 %											
Stenmaterial Leverantör NCC Roads AB Sydväst Uddevällaverke Densitet 2,68 Flisighet 1,31 Sprödhet 41 Kulkvarn 10	Beläggningssmassa Bindemedelsdensitet 1,015 Bindemedelshalt 4,5 Skrymdensitet 2,383 Kompaktdensitet 2,496 Hålrum 4,5 BFH 70,0 Tjocklek 44/73 Vidhäftningstal > 70% Dynamisk krypslabilitet < 25 000	Notering : Styvhetsmodul: > 13 000 vid 5° C > 2 000 vid 20° C											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Kontrollpunkt (mm)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">0,063</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">4</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">8</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">16</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Passerad vikt (%)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">4,5</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">35</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">51</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">73</td> </tr> </table>		Kontrollpunkt (mm)	0,063	4	8	16	Passerad vikt (%)	4,5	35	51	73		
Kontrollpunkt (mm)	0,063	4	8	16									
Passerad vikt (%)	4,5	35	51	73									

Kornstorleksfördelning

Gränslinje :
AG 22 ATB VÄG



Ort och datum
Uddevalla 2002-12-19

Tagit del: Ort / datum

Karl-Johan Aksell

NCC Roads AB / Sverige Sydväst
 Väglaboratorium
 Gullbergs Strandgata 2
 405 14 GÖTEBORG

Besöksadress
 Bäve Groröd 50, Uddevalla
 Styrelsens säte
 Solna

Telefon
 0522-549663
 Telefax
 0522-661209

Org.nummer
 556302-3307
 VAT-nummer
 SE556302330701

Postgiro
 731325-7
 Bankgiro
 5882-7700

Laboriet certifierat enligt ISO 9001 och 14001

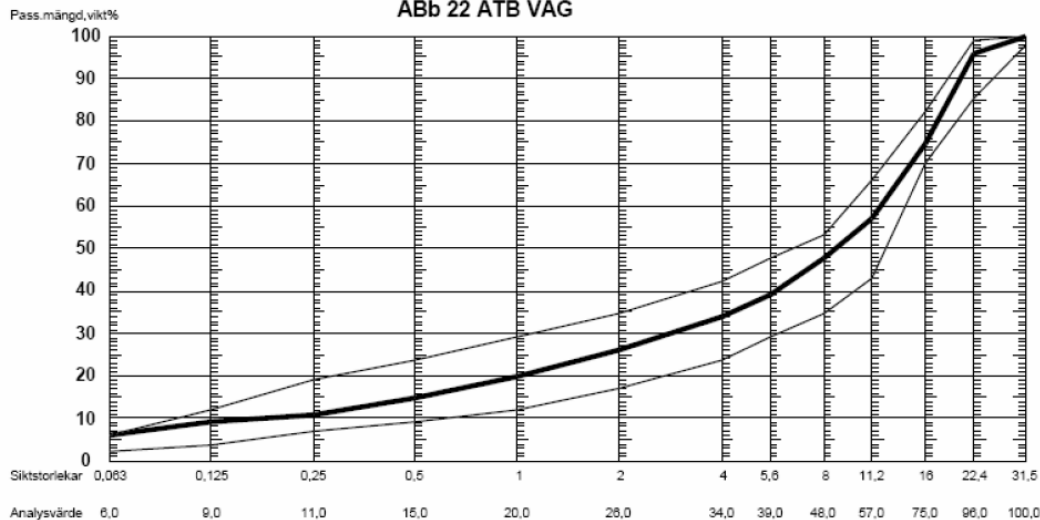
Arbetsrecept ABb 50/70 5,2 %



ARBETSRECEPT Beläggningssmassa		ARBETSRECEPT 2																																											
Produkt : ABB 22 50/70 5,2%		Uppdragsgivare :																																											
Leverantör: NCC Roads AB Sydväst Uddevallaverket Asfalt		Entreprenör :																																											
Objekt :		Datum fr.o.m 2003-11-10	Datum t.o.m																																										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Stenmaterial</td><td></td></tr> <tr><td>Leverantör</td><td>Uddevallaverket Kross</td></tr> <tr><td>Densitet</td><td>2,68</td></tr> <tr><td>Färsighet</td><td>1,31</td></tr> <tr><td>Spårighet</td><td>41</td></tr> <tr><td>Kulkvärr</td><td>10</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td>Beläggningssmassa</td><td></td></tr> <tr><td>Bindemedelsdensitet</td><td>1,015</td></tr> <tr><td>Bindemedelshalt</td><td>5,2</td></tr> <tr><td>Skrymdensitet</td><td>2,383</td></tr> <tr><td>Kompaktdensitet</td><td>2,469</td></tr> <tr><td>Hårum</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>BFH</td><td>77,8</td></tr> <tr><td>Tjocklek</td><td>36/53</td></tr> <tr><td>Vidhäftningstal</td><td>75</td></tr> <tr><td>Dynamisk krypstabilitet</td><td>15 000</td></tr> </table>	Stenmaterial		Leverantör	Uddevallaverket Kross	Densitet	2,68	Färsighet	1,31	Spårighet	41	Kulkvärr	10			Beläggningssmassa		Bindemedelsdensitet	1,015	Bindemedelshalt	5,2	Skrymdensitet	2,383	Kompaktdensitet	2,469	Hårum	3,5	BFH	77,8	Tjocklek	36/53	Vidhäftningstal	75	Dynamisk krypstabilitet	15 000	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Slit Prall</td><td>35</td></tr> <tr><td>Styvhetsmodul</td><td>11 000/10</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td>Tillsatsmedel</td><td></td></tr> <tr><td>Cement</td><td>1 %</td></tr> </table>	Slit Prall	35	Styvhetsmodul	11 000/10			Tillsatsmedel		Cement	1 %
Stenmaterial																																													
Leverantör	Uddevallaverket Kross																																												
Densitet	2,68																																												
Färsighet	1,31																																												
Spårighet	41																																												
Kulkvärr	10																																												
Beläggningssmassa																																													
Bindemedelsdensitet	1,015																																												
Bindemedelshalt	5,2																																												
Skrymdensitet	2,383																																												
Kompaktdensitet	2,469																																												
Hårum	3,5																																												
BFH	77,8																																												
Tjocklek	36/53																																												
Vidhäftningstal	75																																												
Dynamisk krypstabilitet	15 000																																												
Slit Prall	35																																												
Styvhetsmodul	11 000/10																																												
Tillsatsmedel																																													
Cement	1 %																																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Kontrollpunkt (mm)</td> <td style="width: 10%;">0,063</td> <td style="width: 10%;">2</td> <td style="width: 10%;">4</td> <td style="width: 10%;">16</td> </tr> <tr> <td>Passerad vikt (%)</td> <td>6</td> <td>26</td> <td>34</td> <td>75</td> </tr> </table>		Kontrollpunkt (mm)	0,063	2	4	16	Passerad vikt (%)	6	26	34	75	Notering : Styvhetsmodul < 16 500 vid 5° C < 4 500 vid 20° C																																	
Kontrollpunkt (mm)	0,063	2	4	16																																									
Passerad vikt (%)	6	26	34	75																																									

Kornstorleksfördelning

Gränslinje :
ABb 22 ATB VÄG



Ort och datum
Uddevalla 2003-11-10

Tagit del: Ort / datum

Karl-Johan Aksell

NCC Roads AB / Sverige Sydväst
Väglaboratorium
Gullbergs Strandgata 2
405 14 GÖTEBORG

Besöksadress
Båve Groröd 50, Uddevalla
Styrelsens säte
Solna

Telefon
0522-649663
Telefax
0522-661209

Org.nummer
556302-3307
VAT-nummer
SE556302330701

Postgiro
731325-7
Bankgiro
5882-7700

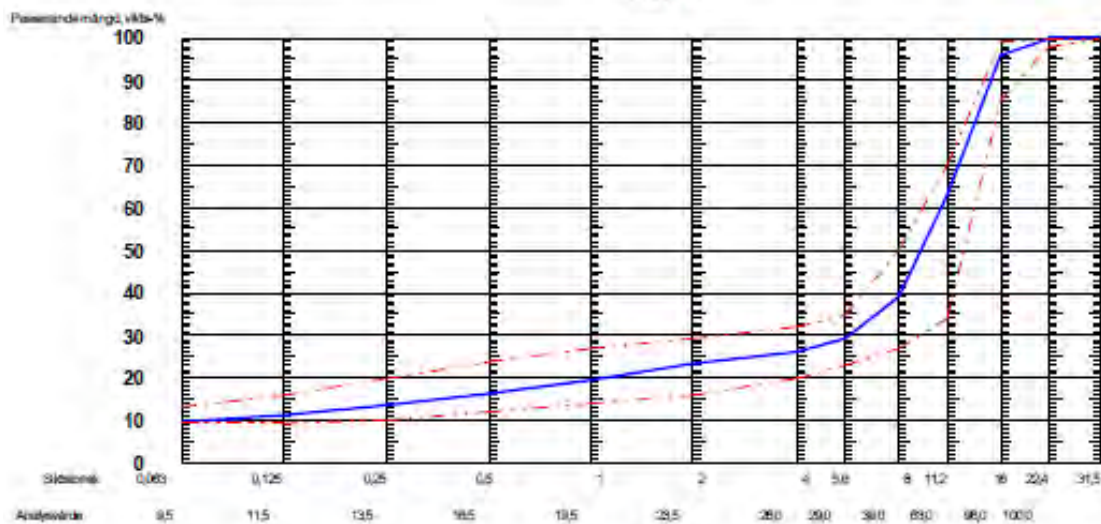
Laboratoriet certifierat enligt ISO 9001 och 14001

ARBETSRECEPT Beläggningssmassa		
Produkt ABS 16 70/100 Rec 3516	Beställare Vägverket Region Väst	
Leverantör Peab Asfalt AB Fröländ	Entreprenör Peab Asfalt AB	
Objekt E 6 Geddeknippen-Småröd	Giltigt fr.o.m 2006-08-30	Giltigt t.o.m

Kontrollpunkt	0,063	2	4	11,2	
Passerande vikts-%	8,6	23,6	28,0	83,0	

Kornstorleksfördelning

Gränslinje
ABS 16



Ort och datum
Hisings Kärra 2006-09-01

Tagit del av : Ort och datum:

Karl-Johan Aksell

Arbetsrecept

Peab Asfalt AB	Besöksadress	Telefon nr	Org. nr	E-mail adress
Teknik	Tagenevägen 21	031-572766	668088-8122	840 16 61.4
Tagenevägen 21	Styrelsens säte	Telefax nr	SE nr	Internetadress
426 37 Hisings Kärra	Bäckstad	031-574172	668088812201	6840-7941

ARBETSRECEPT Beläggningssmassa		Beställare
Produkt:	ABS 16 70/100 Rec 3516	Vägverket Region Väst
Leverantör	Peab Asfalt AB Fröländ	Entreprenör
Objekt	E 6 Geddeknippen-Småröd	Peab Asfalt AB
		Giltigt fr.o.m
		2006-08-30
		Giltigt t.o.m
Stenmaterial		Notering
Leverantör	Frölandskrossen	
Kondensitet (g/cm ³)	2,62	
Filsigheitsal	1,31 (8 - 11,2 mm)	
Andel okrossat (%)	0	
Filsigheitsindex (FI)	8	
Krossytegrad (C)	100	
Los Angelesvärde (LA)	24	
Kulivärde (AN)	8	
Speciellt stenmaterial		
Leverantör	Kärr Kross	
Produkt	Mekadam 11/16mm	
Kondensitet (g/cm ³)	2,84	
Filsigheitsal	1,32 (11,2 - 18 mm)	
Spridhet (%)	36	
Filsigheitsindex (FI)	8	
Krossytegrad (C)	100	
Los Angelesvärde (LA)	15	
Kulivärde (AN)	5,5	
Beläggningssmassa / Beläggning		
Bindemedelsdensitet (g/cm ³)	1,016	
Bindemedelshalt (vikt-%)	6,3	
Skrymdensitet (g/cm ³)	2,312	
Kompaktensitet (g/cm ³)	2,383	
Marshallhålrum (vol-%)	3,0	
BFH (Bitumen Fyllt Hålrum) (%)	83,1	
Tjocklek - min / max (mm)	38 / 84	
Vidhäftningstal (ITSR %)	80	
Dynamisk krypabilitet	21000	
Siltstyrka enligt Pral	20	
Tillsatsmaterial		
C-fiber	0,35 %	
Terra E	1,6 %	
Övrigt material		

Ort och datum

Hisings Kärra 2006-09-01

Tagit del av : Ort och datum

Karl-Johan Aksell

Arbetsrecept

Peab Asfalt ABTeknik
Tagenevägen 21
426 37 Hisings KärraBesöksadress
Tagenevägen 21
Styrelsens säte
BåstadTelefon nr
031-672736
Telefax nr
031-674172Org. nr
558088-8122
SE nr
55808812201E-mail adress
840 16 61-4
Internetadress
6840-7841



Design Inputs

Design Life: 20 years Base construction: June, 2004 Climate Data Sources (Lat/Lon)
 Design Type: Flexible Pavement Pavement construction: September, 2006
 Traffic opening: October, 2006

Design Structure

Layer type	Material Type	Thickness(mm)
Flexible	Default asphalt concrete	40.0
Flexible	Default asphalt concrete	50.0
Flexible	Default asphalt concrete	100.0
NonStabilized	A-1-a	80.0
Subgrade	A-1-a	1200.0
Subgrade	A-7-5	Semi-infinite

Volumetric at Construction:

Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3.0

Traffic

Age (year)	Heavy Trucks (cumulative)
2006 (initial)	1,936
2016 (10 years)	4,090,720
2026 (20 years)	9,696,000

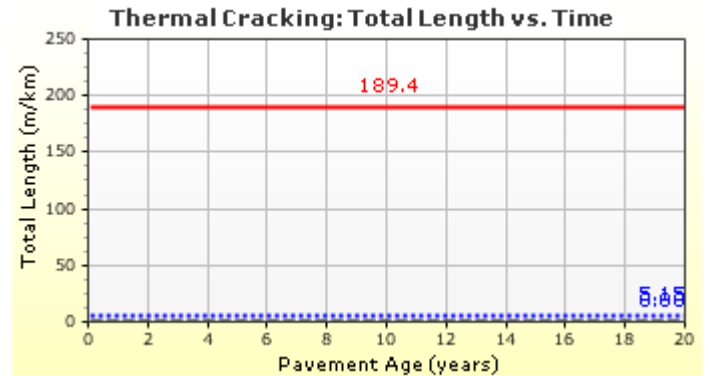
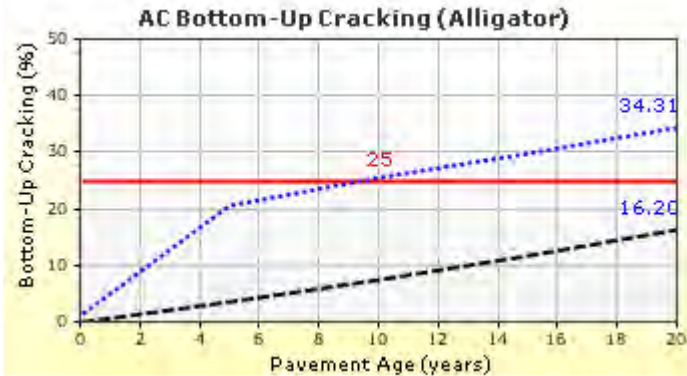
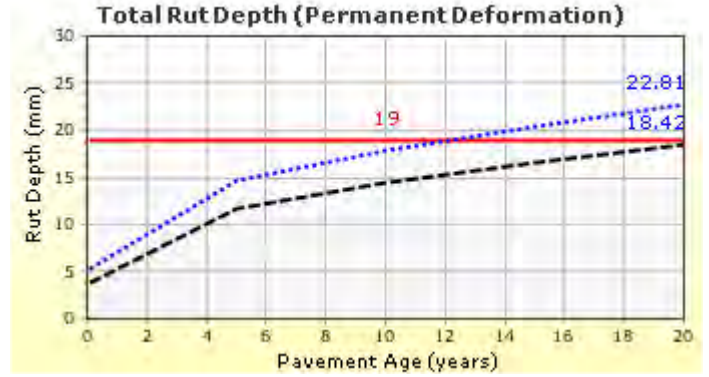
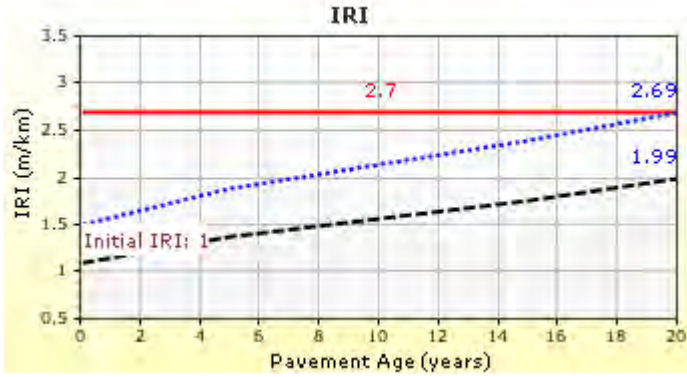
Design Outputs

Distress Prediction Summary

Distress Type	Distress @ Specified Reliability		Reliability (%)		Criterion Satisfied?
	Target	Predicted	Target	Achieved	
Terminal IRI (m/km)	2.70	2.69	90.00	90.40	Pass
Permanent deformation - total pavement (mm)	19.00	22.80	90.00	56.78	Fail
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	25.00	34.31	90.00	73.33	Fail
AC thermal cracking (m/km)	189.40	5.15	90.00	100.00	Pass
AC top-down fatigue cracking (m/km)	378.80	589.60	90.00	76.94	Fail
Permanent deformation - AC only (mm)	6.00	13.76	90.00	8.35	Fail



Distress Charts



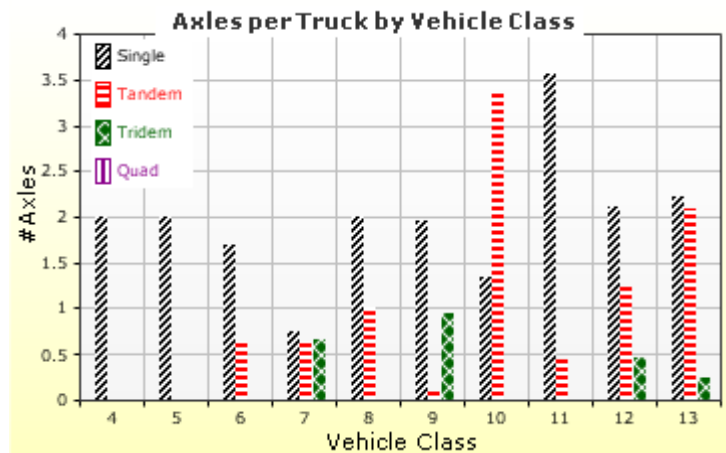
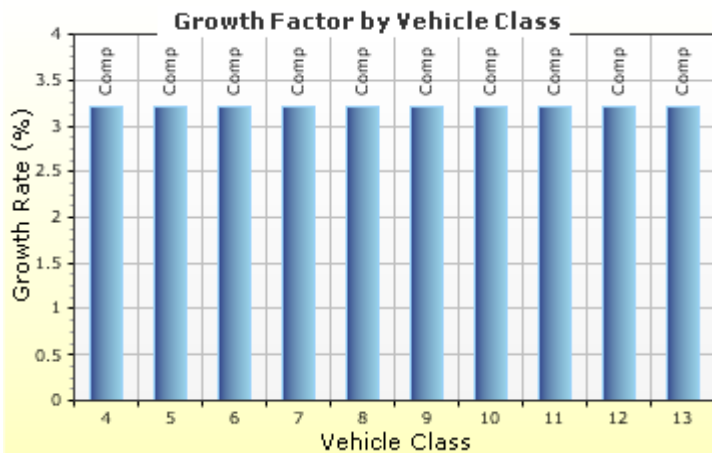
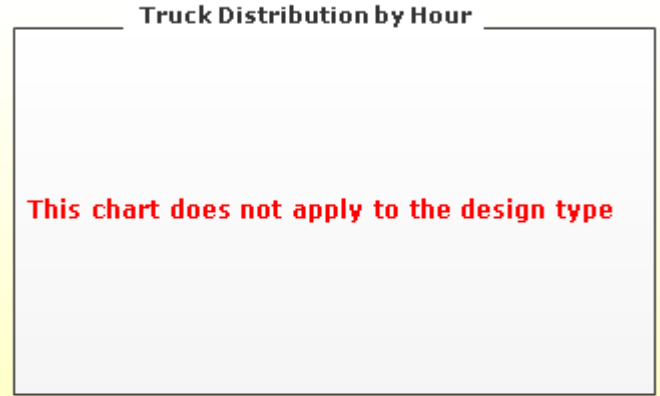
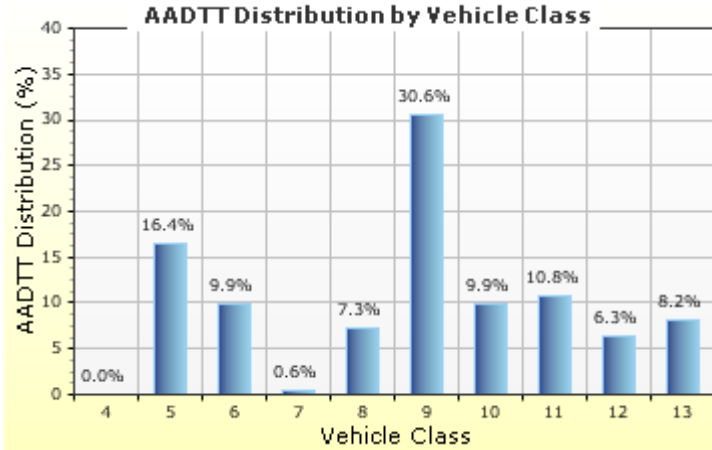
— Threshold Value @ Specified Reliability - - - @ 50% Reliability

Traffic Inputs

Graphical Representation of Traffic Inputs

Initial two-way AADTT: **1,936**
 Number of lanes in design direction: **1**

Percent of trucks in design direction (%): **50.0**
 Percent of trucks in design lane (%): **100.0**
 Operational speed (kph): **89.1**



Traffic Volume Monthly Adjustment Factors





Tabular Representation of Traffic Inputs

Volume Monthly Adjustment Factors Level 3: Default MAF

Month	Vehicle Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
January	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
February	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
March	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
April	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
May	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
June	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
July	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
August	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
September	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
October	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
November	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
December	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Distributions by Vehicle Class

Truck Distribution by Hour does not apply

Vehicle Class	AADTT Distribution (%) (Level 3)	Growth Factor	
		Rate (%)	Function
Class 4	0%	3.2%	Compound
Class 5	16.4%	3.2%	Compound
Class 6	9.9%	3.2%	Compound
Class 7	0.6%	3.2%	Compound
Class 8	7.3%	3.2%	Compound
Class 9	30.6%	3.2%	Compound
Class 10	9.9%	3.2%	Compound
Class 11	10.8%	3.2%	Compound
Class 12	6.3%	3.2%	Compound
Class 13	8.2%	3.2%	Compound

Axle Configuration

Number of Axles per Truck

Traffic Wander	
Mean wheel location (mm)	460.0
Traffic wander standard deviation (mm)	254.0
Design lane width (m)	3.7

Axle Configuration	
Average axle width (m)	2.6
Dual tire spacing (mm)	305.0
Tire pressure (kPa)	827.4

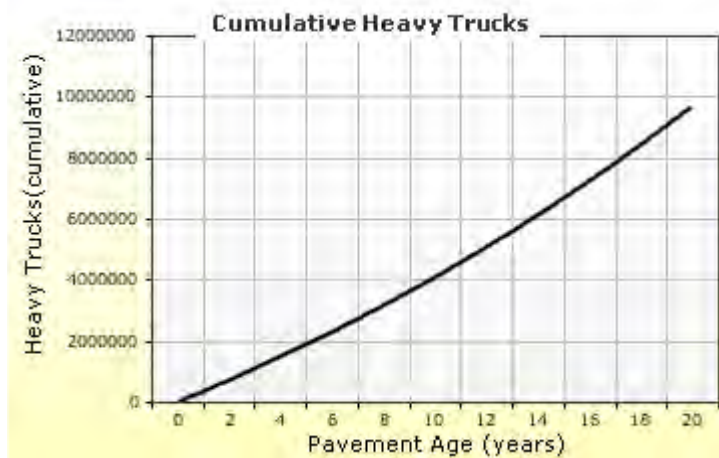
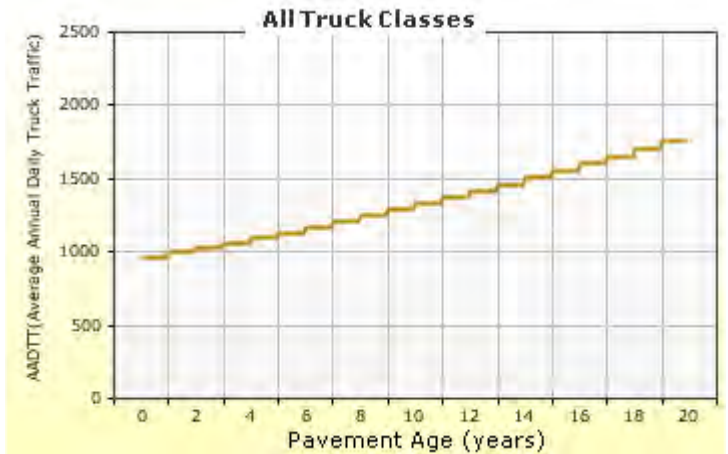
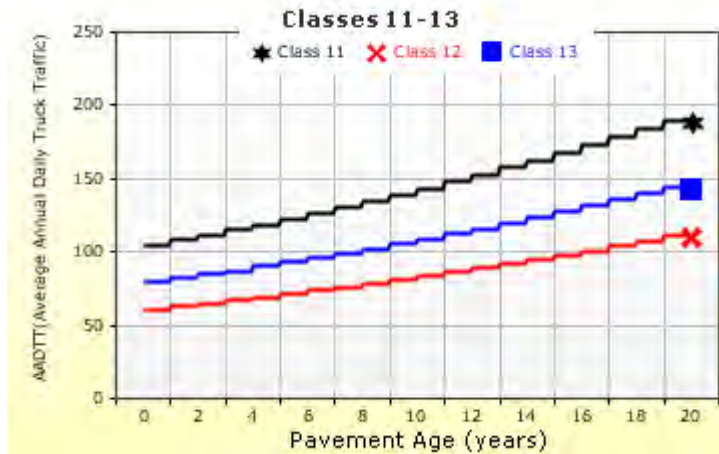
Vehicle Class	Single Axle	Tandem Axle	Tridem Axle	Quad Axle
Class 4	2	0	0	0
Class 5	2	0	0	0
Class 6	1.7	0.65	0	0
Class 7	0.76	0.64	0.66	0
Class 8	2	1	0	0
Class 9	1.96	0.09	0.96	0
Class 10	1.33	3.34	0	0
Class 11	3.56	0.45	0	0
Class 12	2.12	1.24	0.47	0
Class 13	2.23	2.09	0.25	0

Average Axle Spacing	
Tandem axle spacing (m)	1.3
Tridem axle spacing (m)	1.3
Quad axle spacing (m)	1.3

Wheelbase does not apply

AADTT (Average Annual Daily Truck Traffic) Growth

* Traffic cap is not enforced





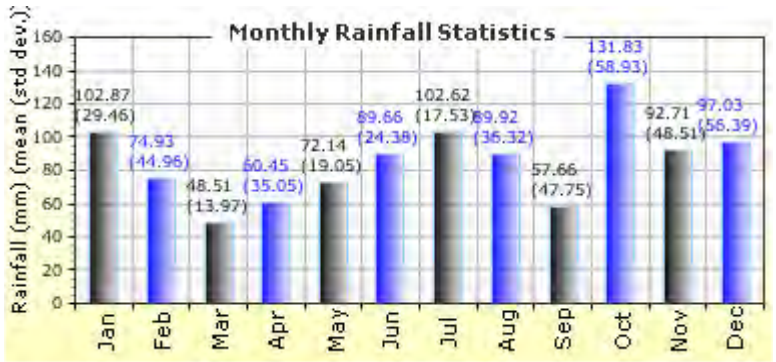
Climate Inputs

Climate Data Sources:

Climate Station Cities: Location (lat lon elevation(m))
no information

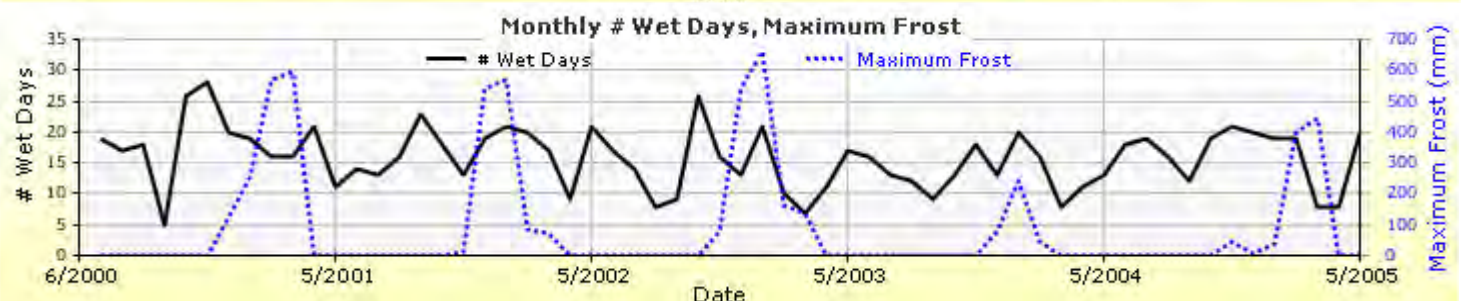
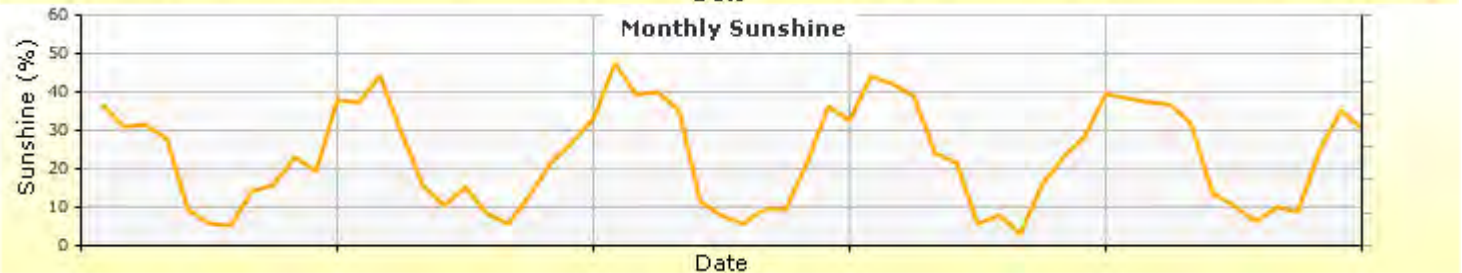
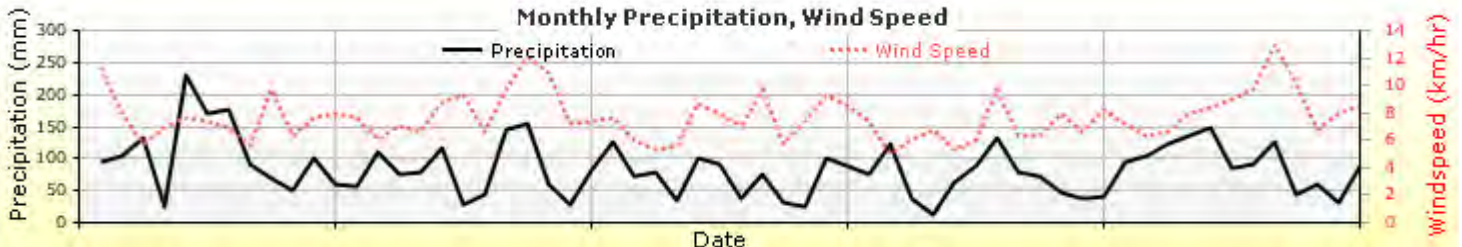
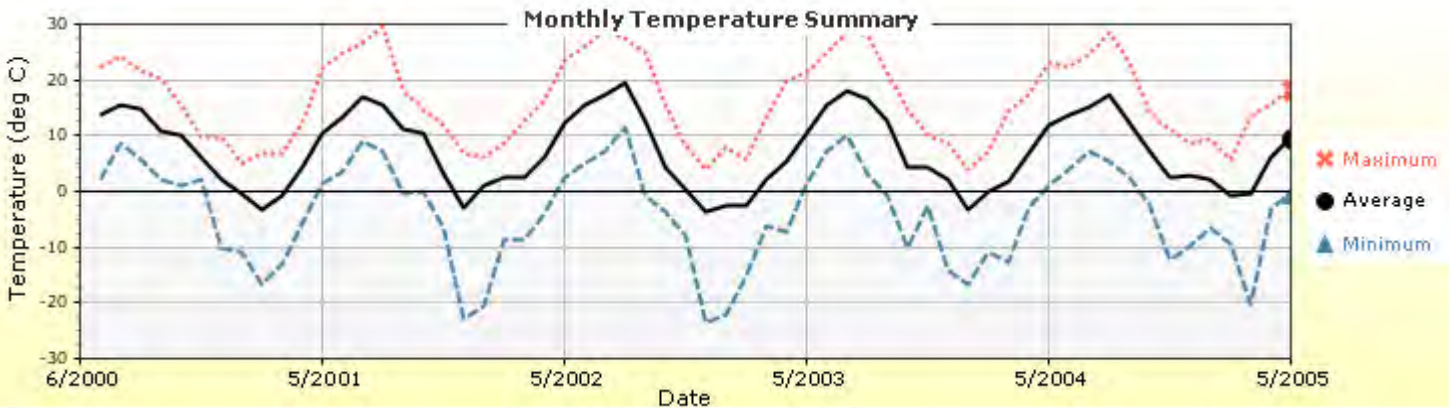
Annual Statistics:

Mean annual air temperature (°C) 7.29
 Mean annual precipitation (mm) 1020.32
 Freezing index (°C - days) 137.3555555
 55556
 Average annual number of freeze/thaw cycles: 63.57



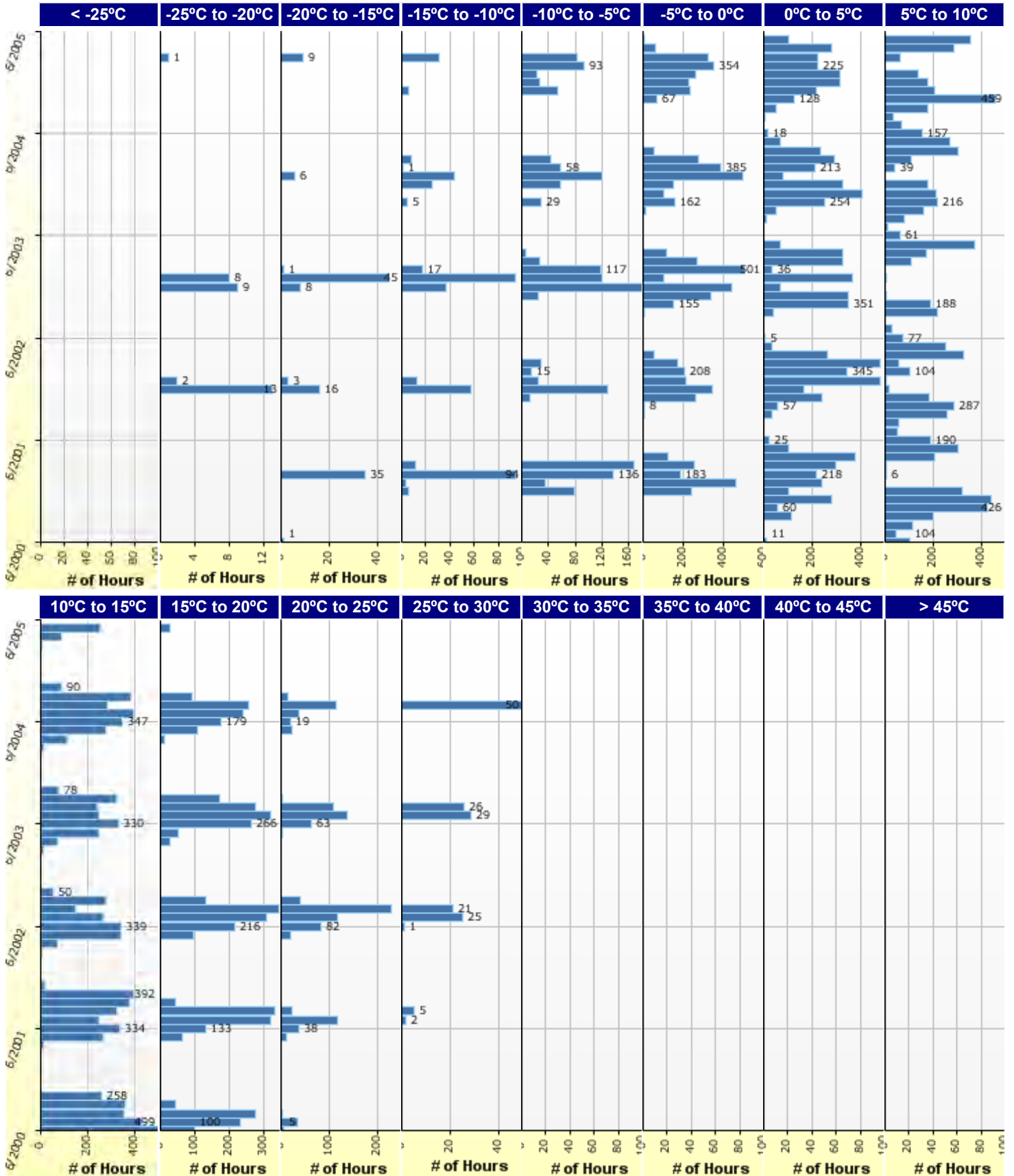
Water table depth (m) 7.20

Monthly Climate Summary:





Hourly Air Temperature Distribution by Month:





Design Properties

HMA Design Properties

Use Multilayer Rutting Model	False
Using G* based model (not nationally calibrated)	False
Is NCHRP 1-37A HMA Rutting Model Coefficients	True
Endurance Limit	-
Use Reflective Cracking	True

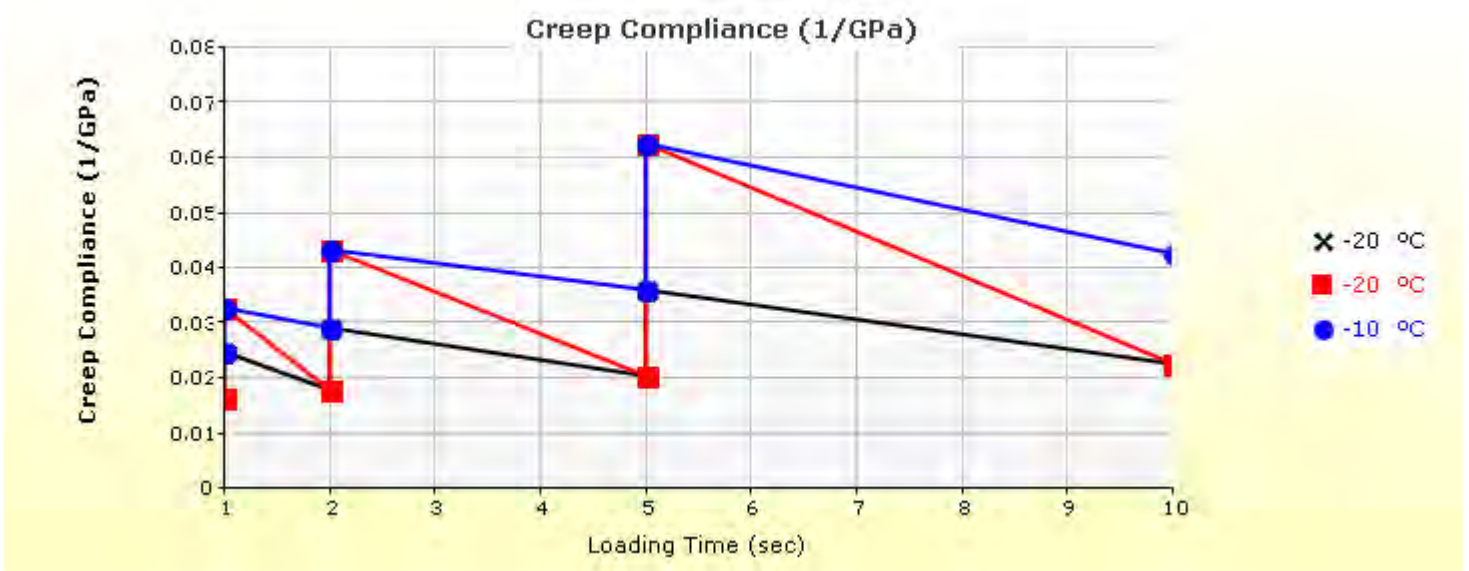
Structure - ICM Properties	
AC surface shortwave absorptivity	0.85

Layer Name	Layer Type	Interface Friction
Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a	Non-stabilized Base (4)	1.00
Layer 5 Subgrade : A-1-a	Subgrade (5)	1.00
Layer 6 Subgrade : A-7-5	Subgrade (5)	-

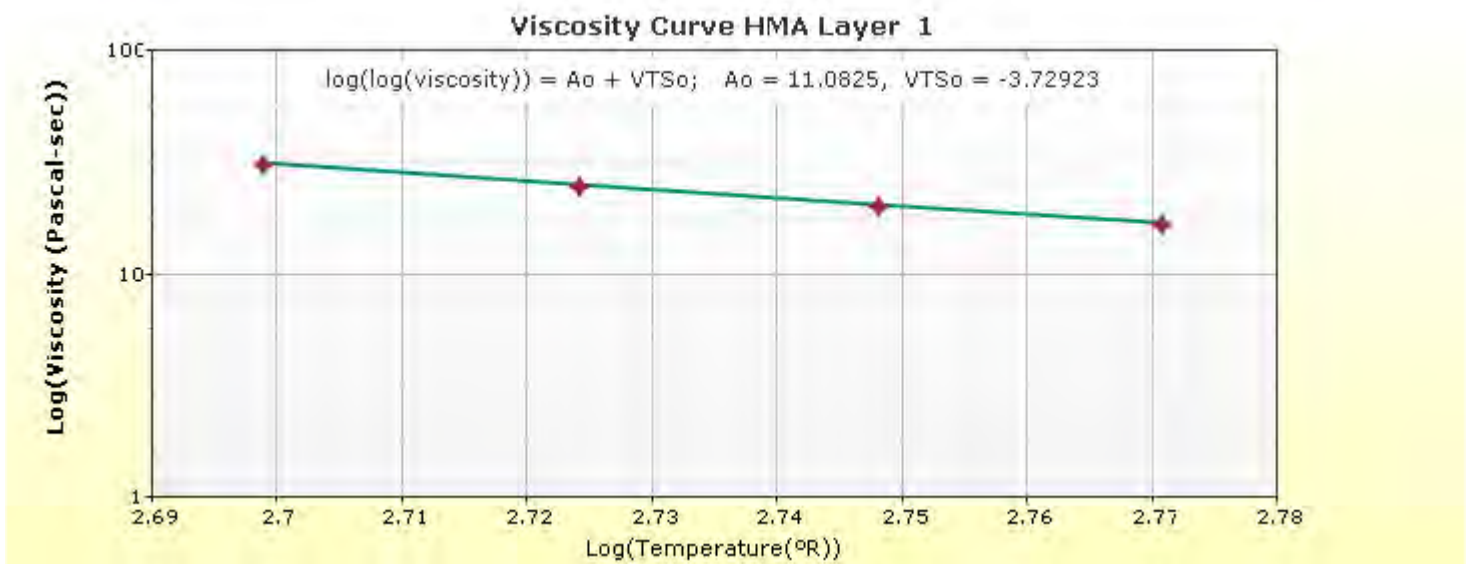
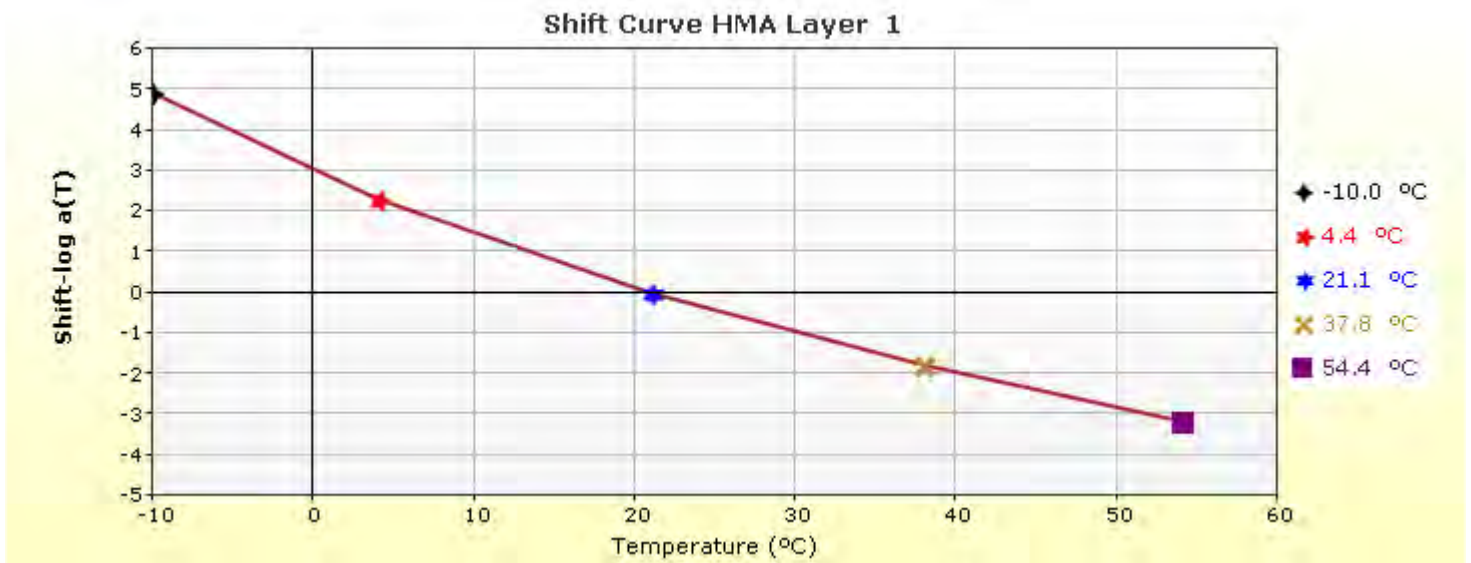
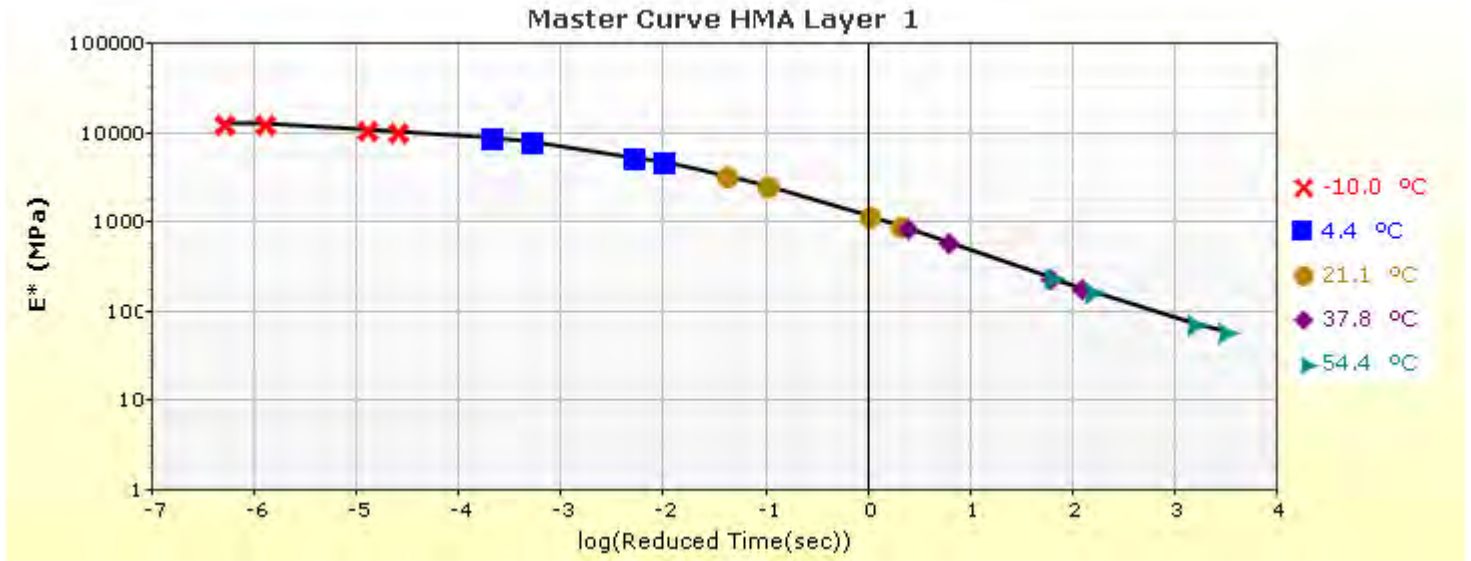
Thermal Cracking (Input Level: 3)

Indirect tensile strength at -10 °C (MPa)	3.96
Thermal Contraction	
Is thermal contraction calculated?	True
Mix coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	-
Aggregate coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	9.0e-006
Voids in Mineral Aggregate (%)	9.3

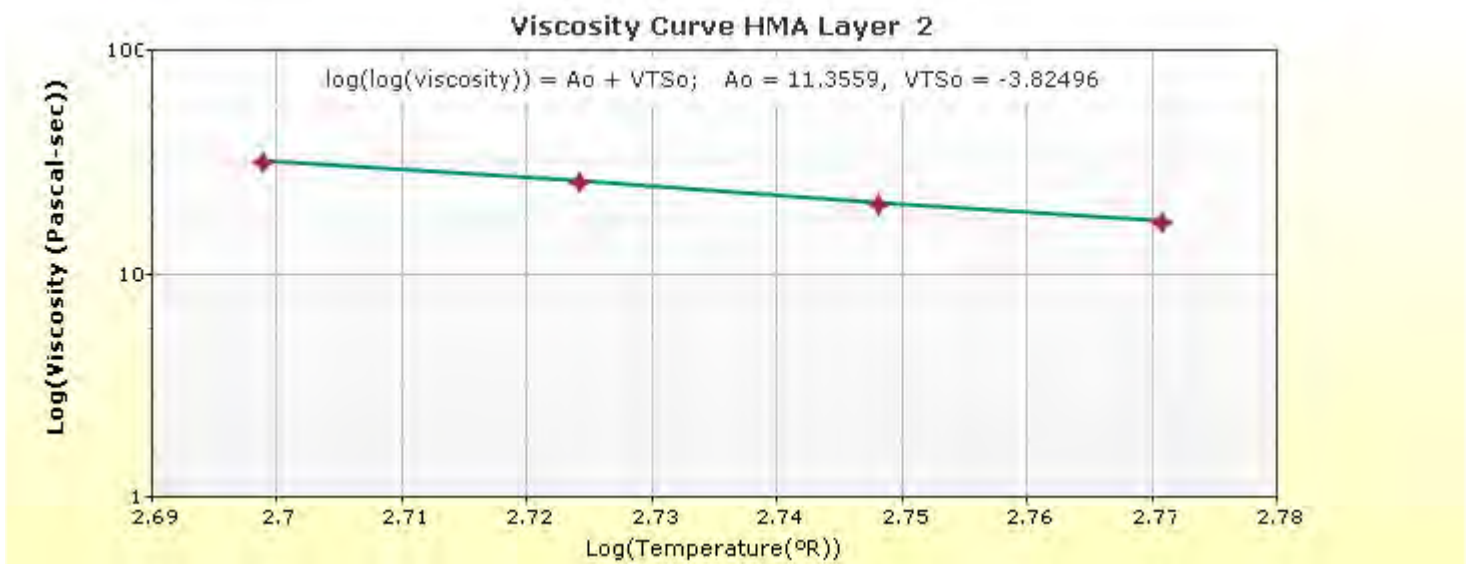
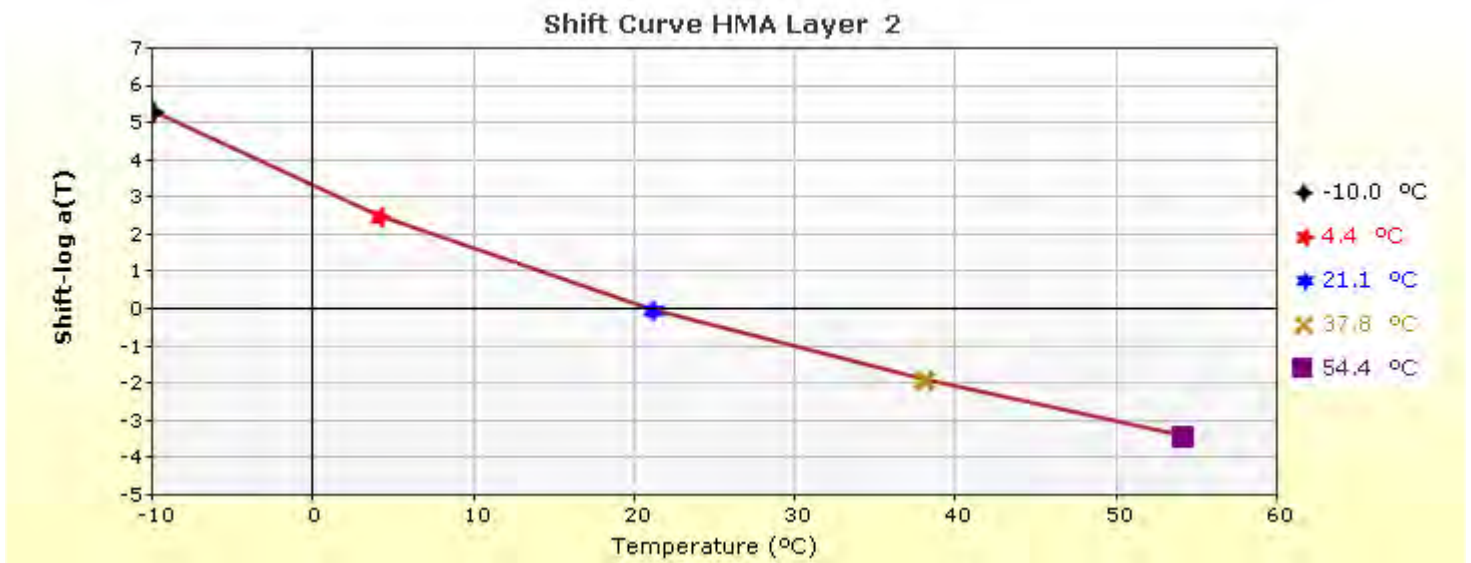
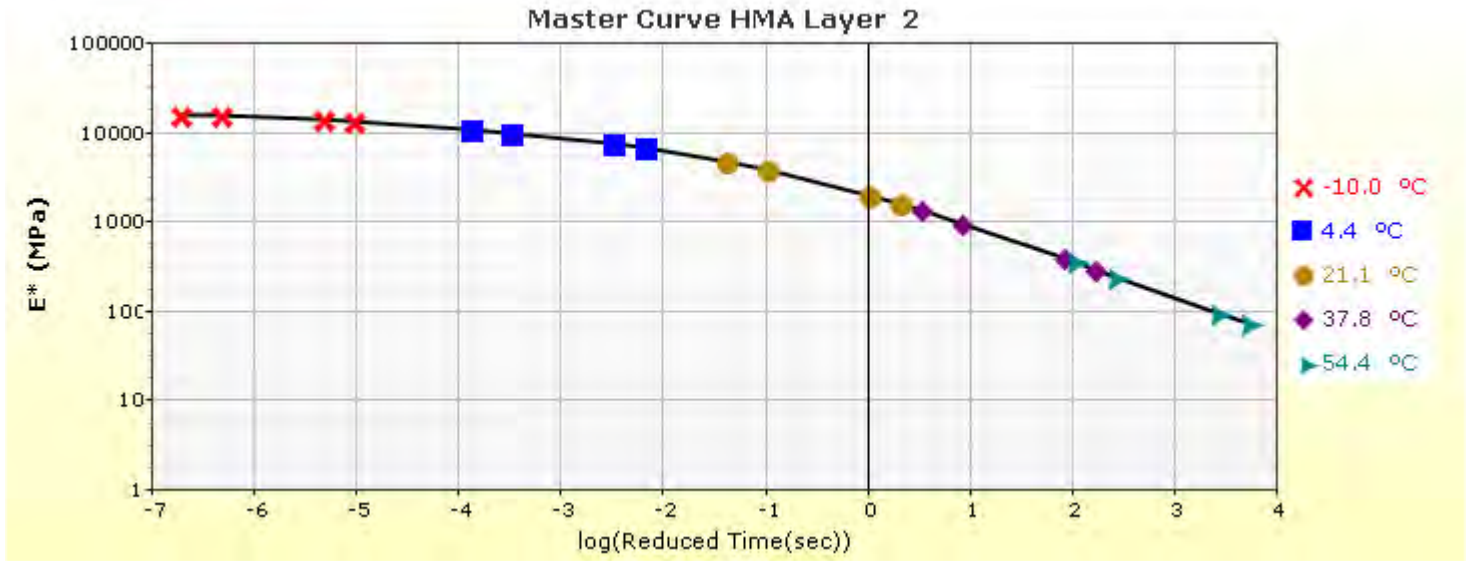
Loading time (sec)	Creep Compliance (1/GPa)		
	-20 °C	-20 °C	-10 °C
1	1.64e-002	1.64e-002	2.49e-002
1	2.49e-002	3.30e-002	3.30e-002
2	1.81e-002	1.81e-002	2.93e-002
2	2.93e-002	4.35e-002	4.35e-002
5	2.06e-002	2.06e-002	3.63e-002
5	3.63e-002	6.28e-002	6.28e-002
10	2.26e-002	2.26e-002	4.27e-002



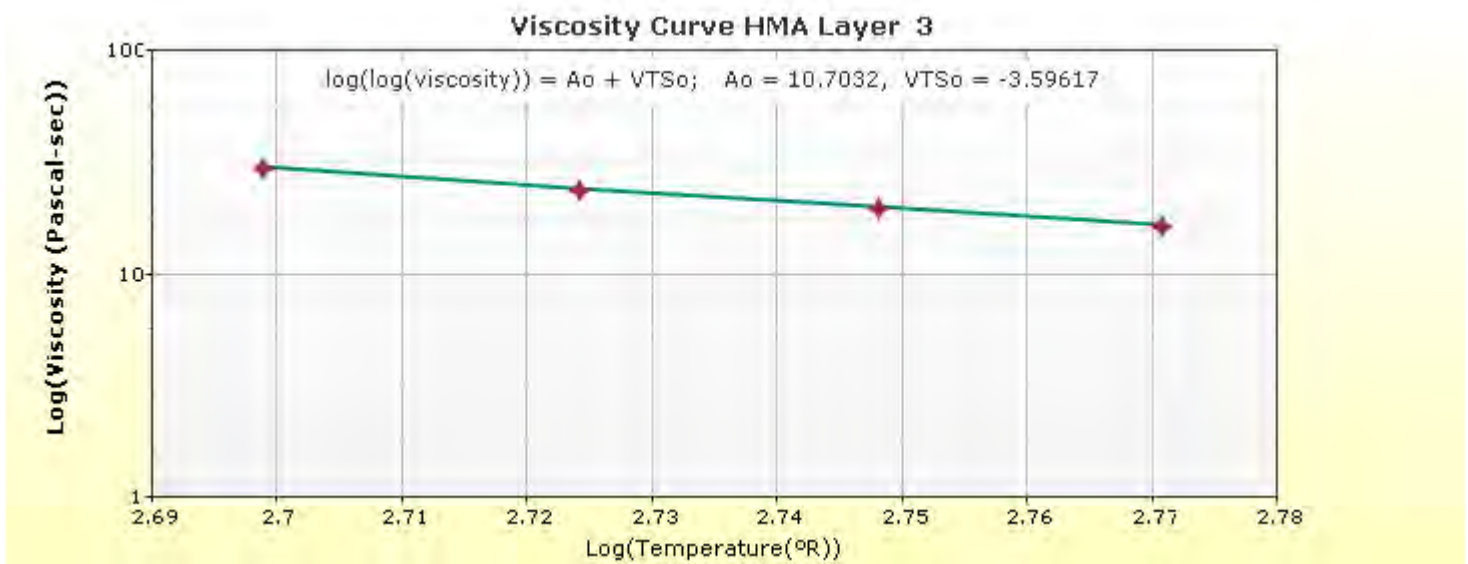
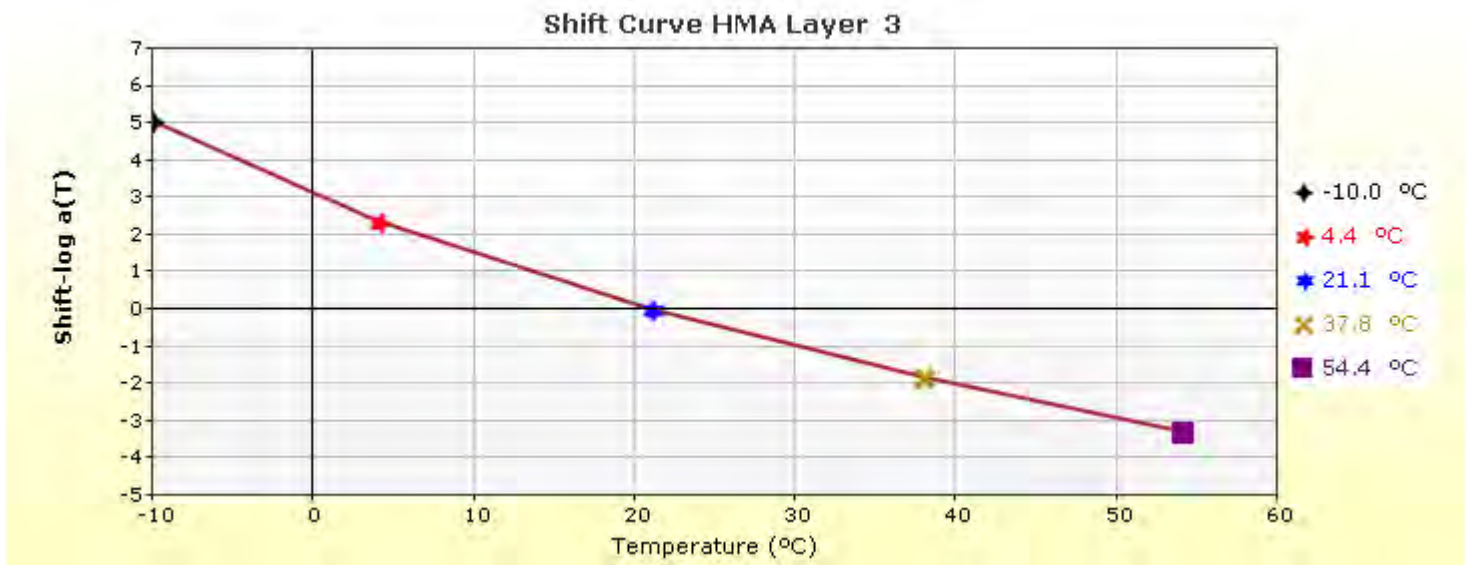
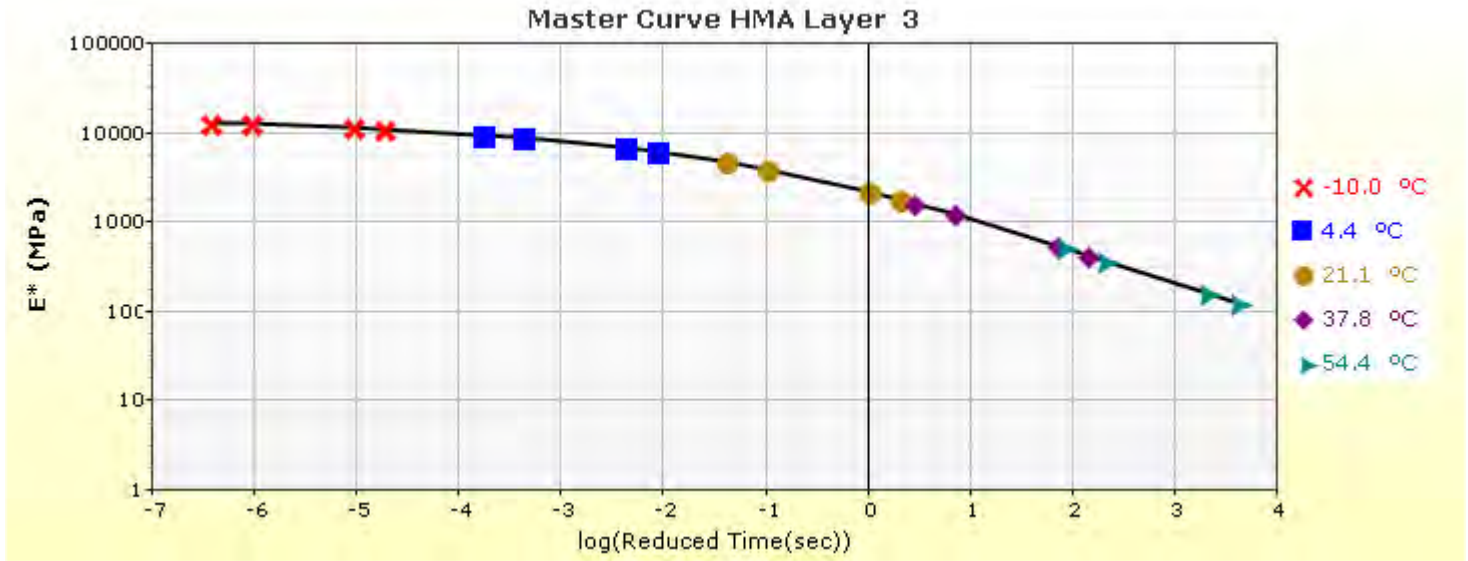
HMA Layer 1: Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete



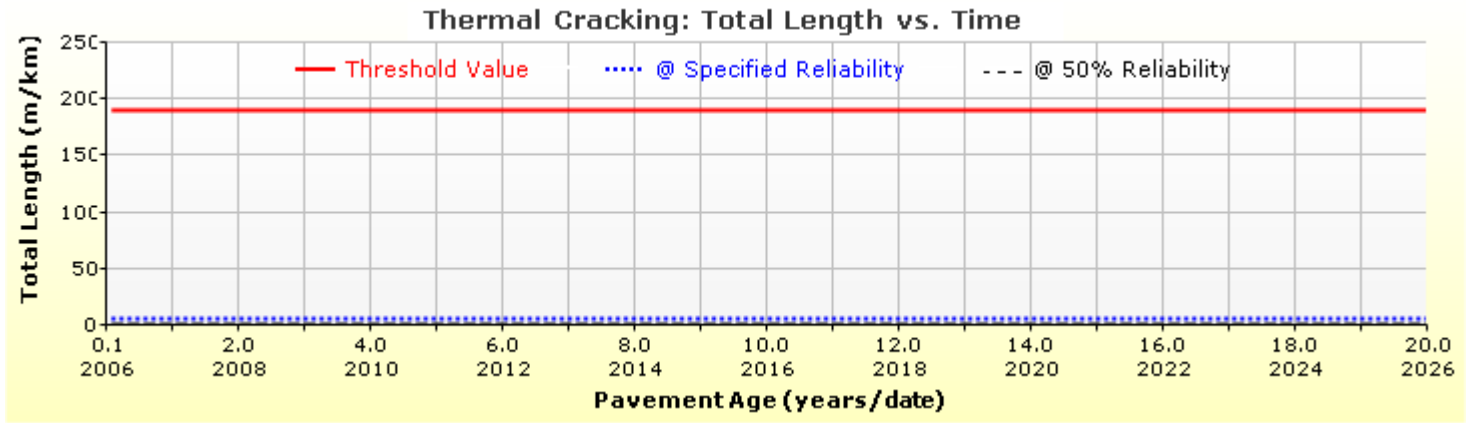
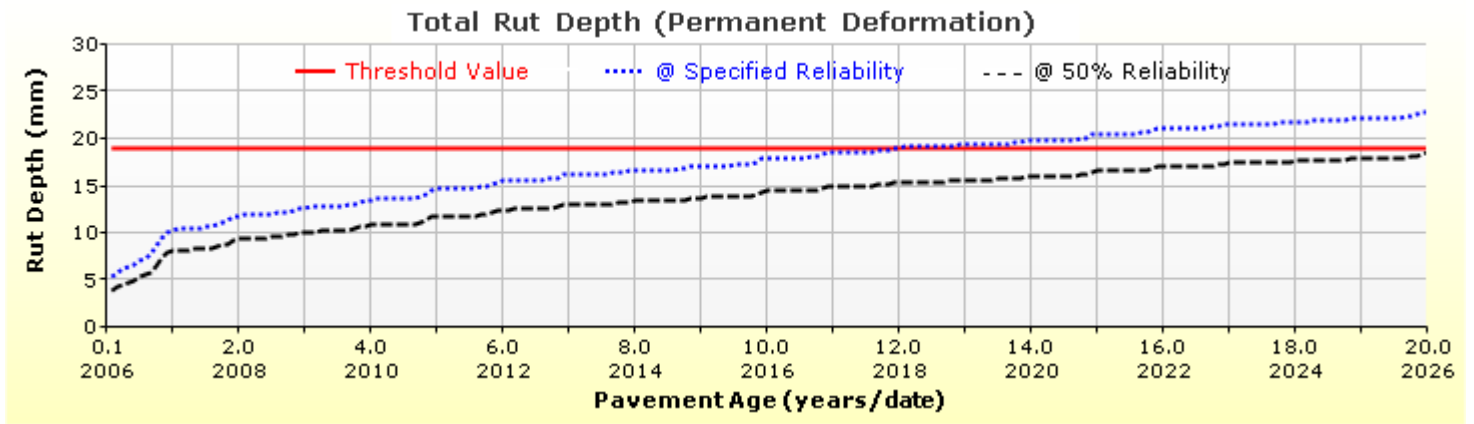
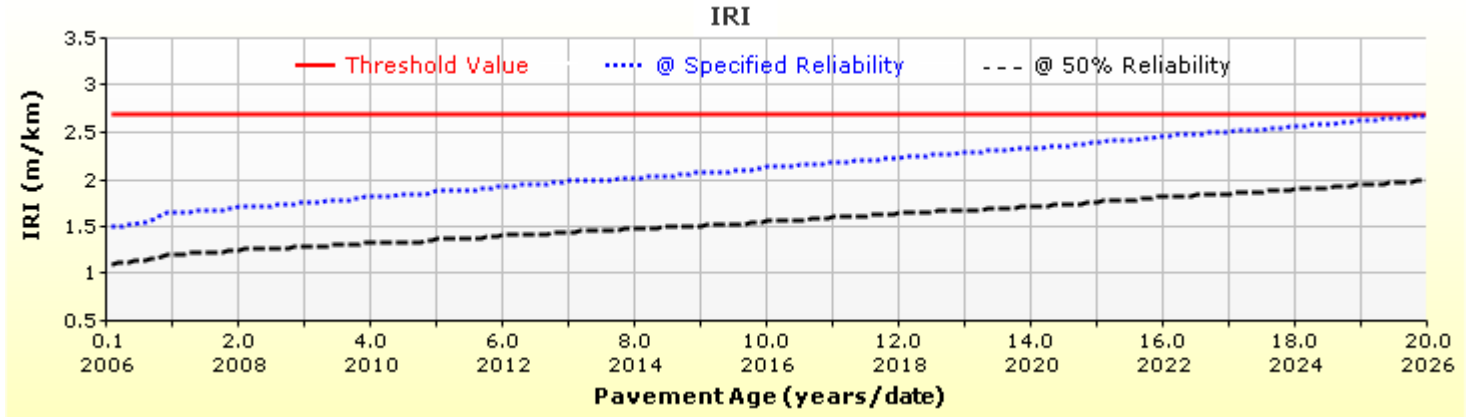
HMA Layer 2: Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

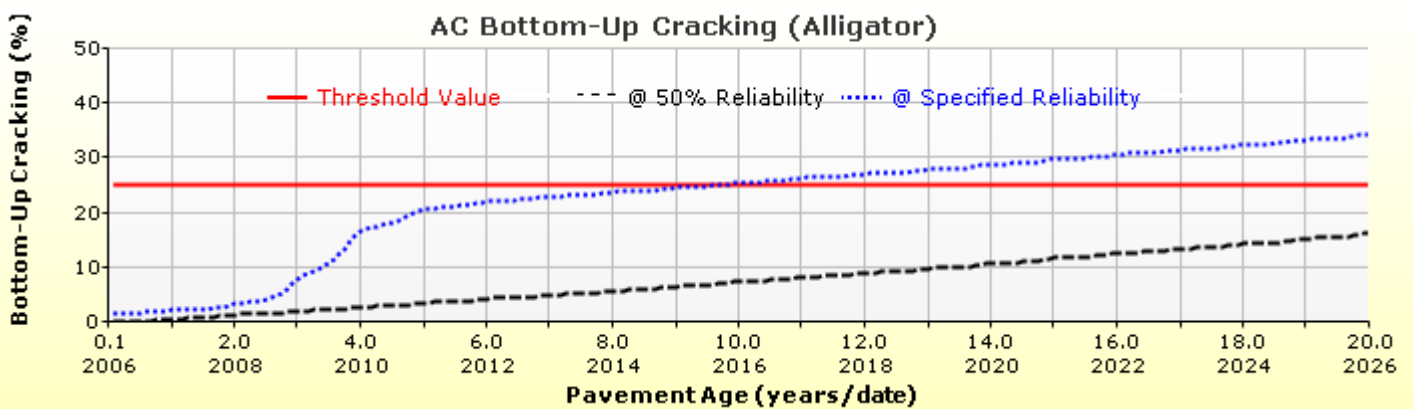
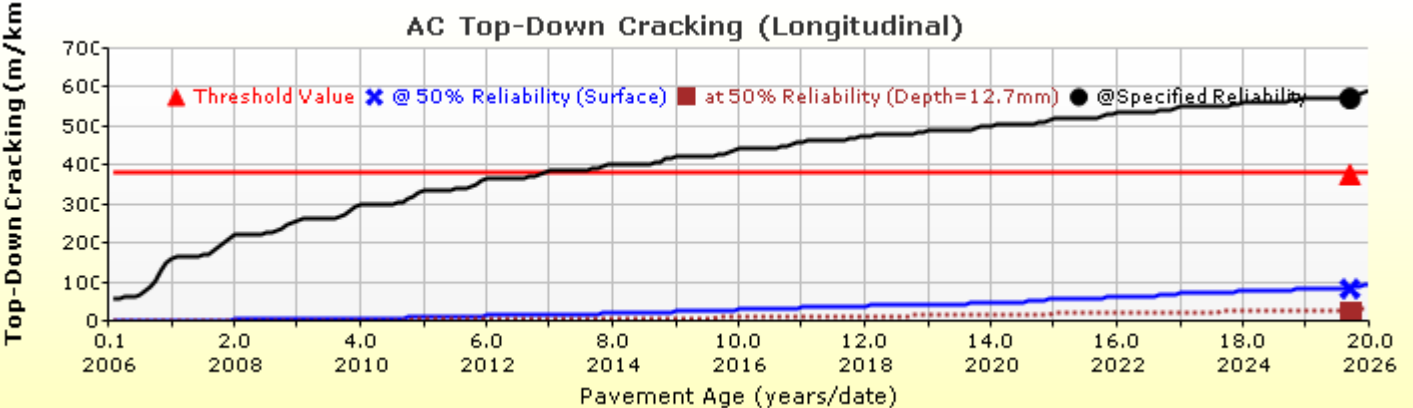
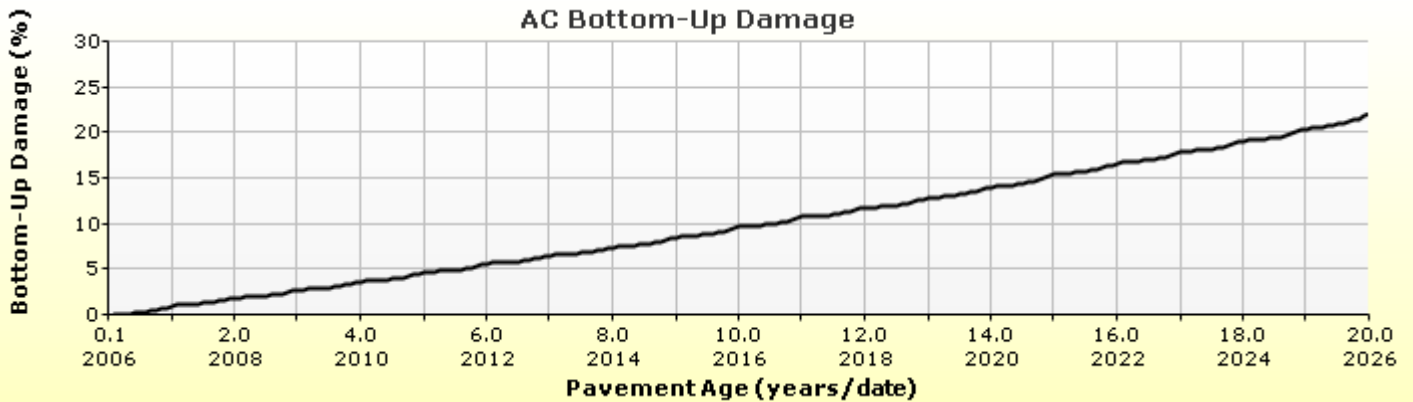
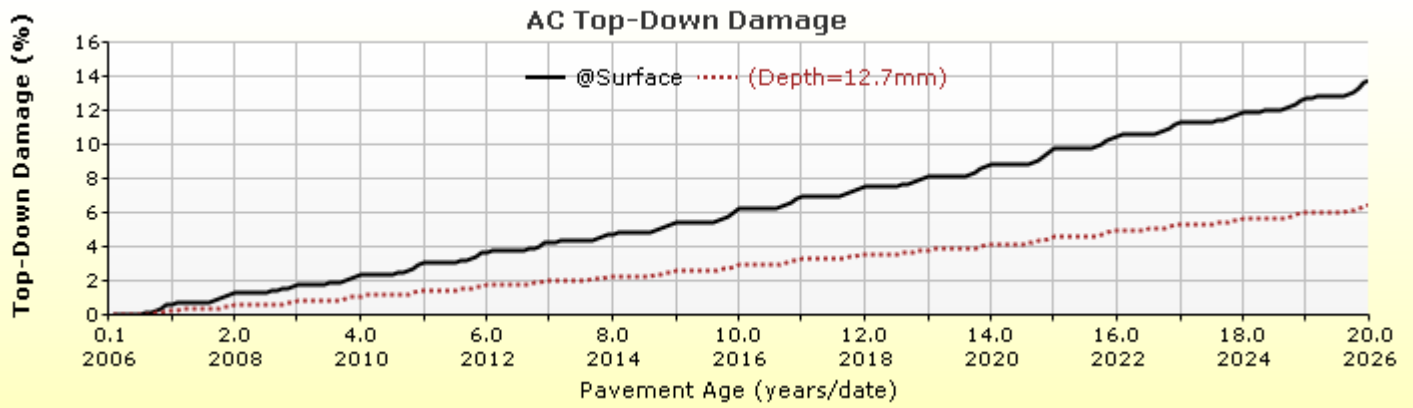


HMA Layer 3: Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

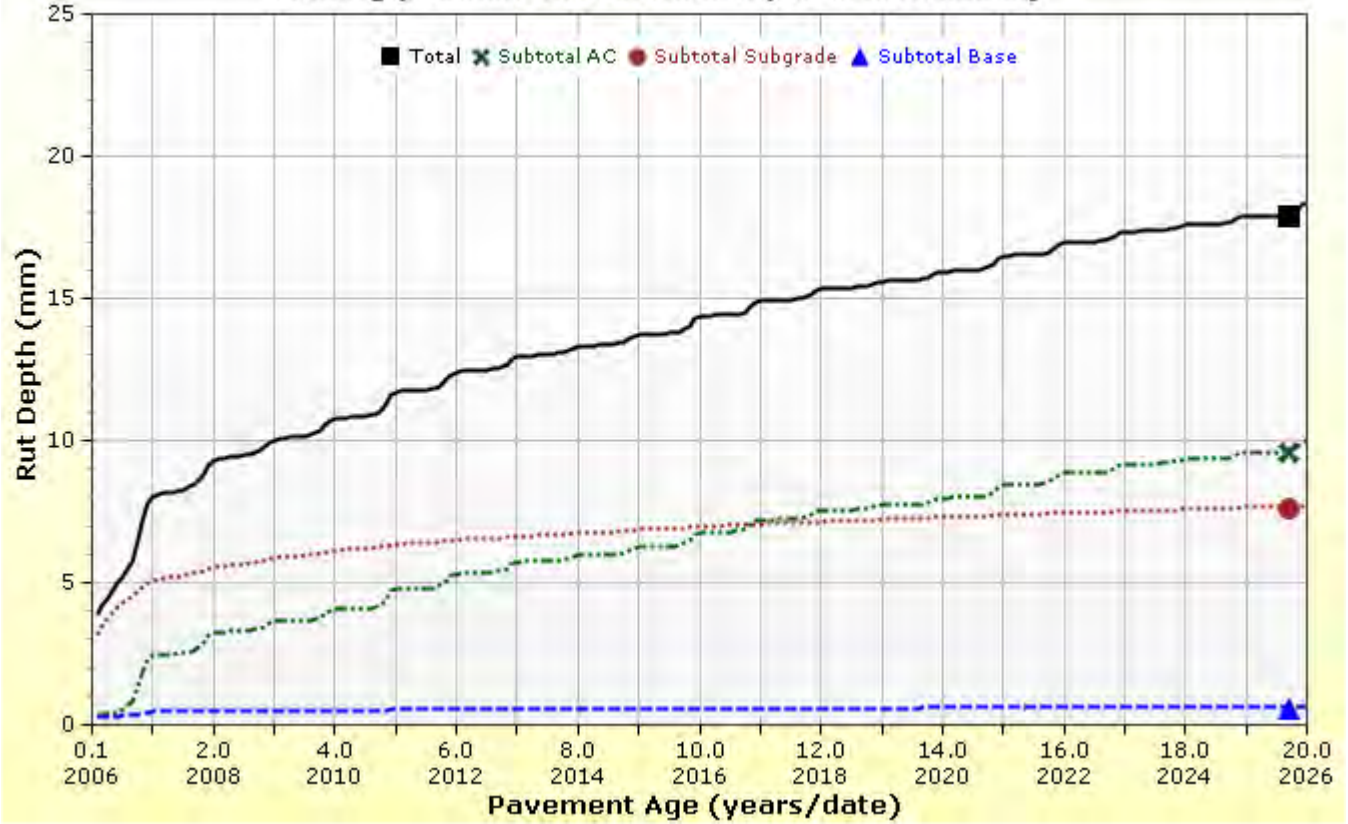


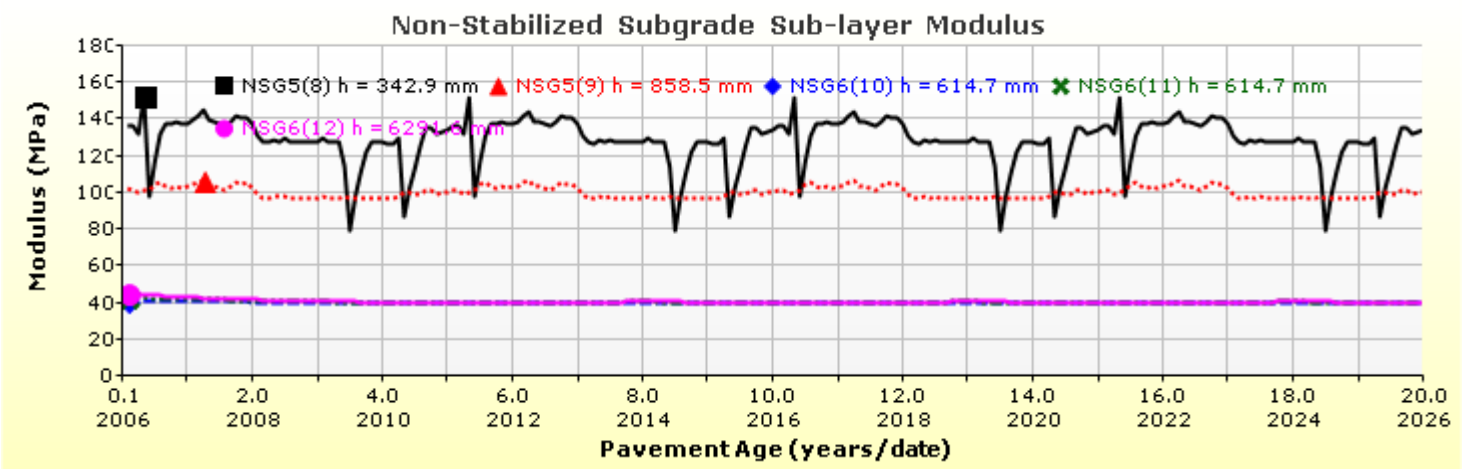
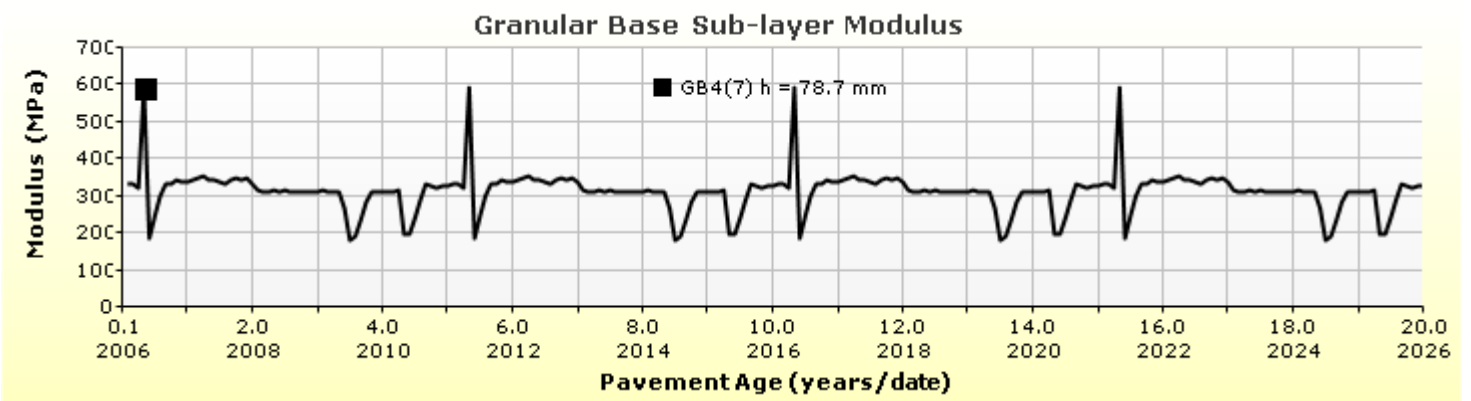
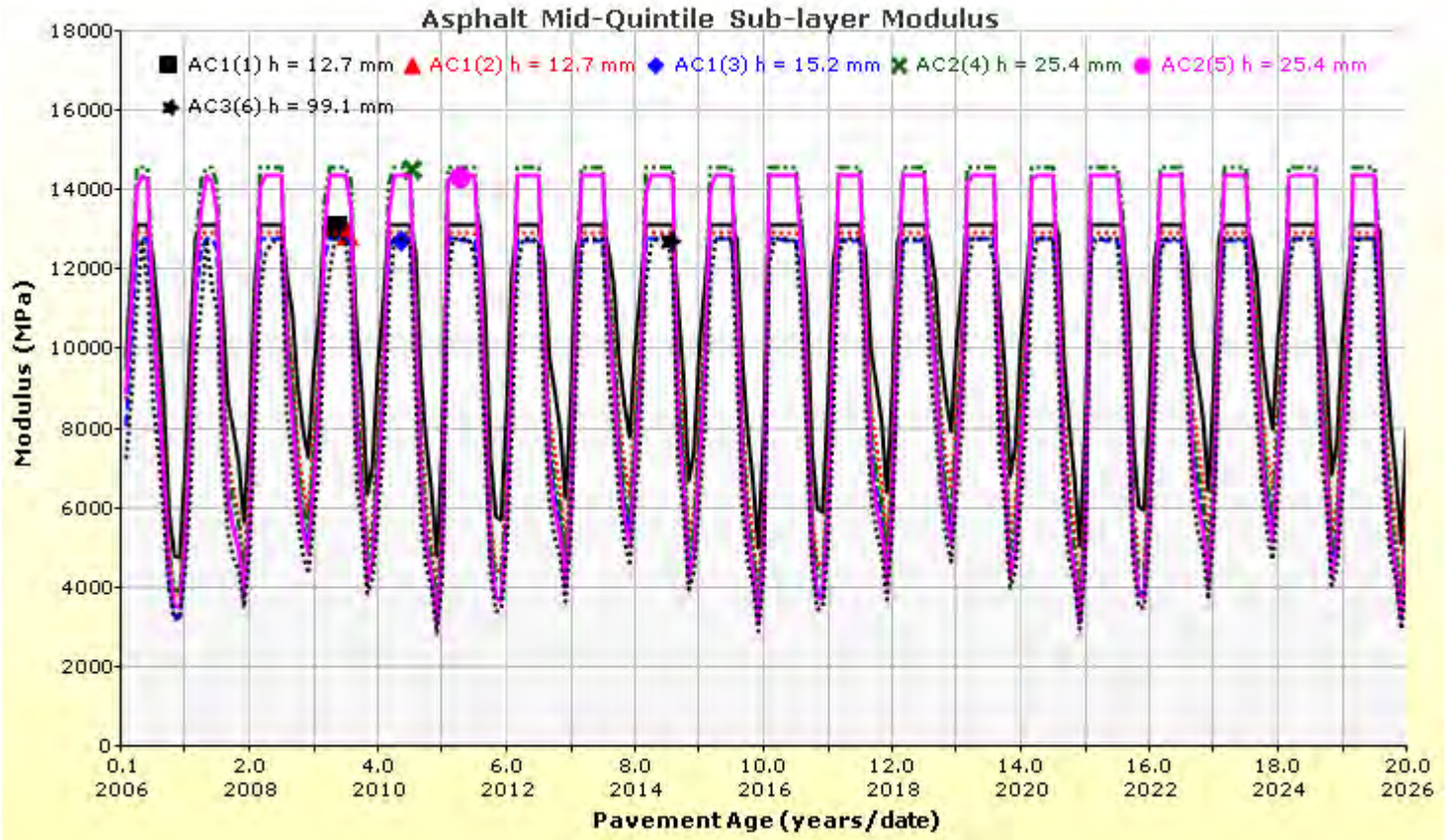
Analysis Output Charts





Rutting (Permanent Deformation) at 50% Reliability





**Layer Information****Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete**

Asphalt		
Thickness (mm)	40.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

**Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete****Asphalt**

Thickness (mm)	50.0	
Unit weight (kg/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	5.2
Air voids (%)	3.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

**Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete**

Asphalt		
Thickness (mm)	100.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	4.5
Air voids (%)	4.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a

Unbound	
Layer thickness (mm)	80.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)
275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	5.054e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 5 Subgrade : A-1-a****Unbound**

Layer thickness (mm)	1200.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default Material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	1.54e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 6 Subgrade : A-7-5****Unbound**

Layer thickness (mm)	Semi-infinite
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-7-5
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	57.0
Plasticity Index	24.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	1634.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	4.281e-06
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	20

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	125.3117
bf	0.5772
cf	0.1052
hr	500.0000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6



Calibration Coefficients

AC Fatigue

$N_f = 0.00432 * C * \beta_{f1} k_1 \left(\frac{1}{\epsilon_1}\right)^{k_2 \beta_{f2}} \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3 \beta_{f3}}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_a + V_b} - 0.69\right)$	k1: 0.007566
	k2: 3.9492
	k3: 1.281
	Bf1: 1
	Bf2: 1
	Bf3: 1

AC Rutting

$\frac{\epsilon_p}{\epsilon_r} = k_z \beta_{r1} 10^{k_1 T} k_2 \beta_{r2} N^{k_3 \beta_{r3}}$ $k_z = (C_1 + C_2 * depth) * 0.328196^{depth}$ $C_1 = -0.1039 * H_a^2 + 2.4868 * H_a - 17.342$ $C_2 = 0.0172 * H_a^2 - 1.7331 * H_a + 27.428$ <p>Where: H_{ac} = total AC thickness(in)</p>	ϵ_p = plastic strain(in/in) ϵ_r = resilient strain(in/in) T = layer temperature(°F) N = number of load repetitions
AC Rutting Standard Deviation	0.24*Pow(RUT,0.8026)+0.001
AC Layer	K1:-3.35412 K2:1.5606 K3:0.4791 Br1:1 Br2:1 Br3:1

Thermal Fracture

$C_f = 400 * N \left(\frac{\log C / h_{ac}}{\sigma}\right)$ $\Delta C = (k * \beta t)^{n+1} * A * \Delta K^n$ $A = 10^{(4.389 - 2.52 * \log(E * \sigma_m * n))}$	C_f = observed amount of thermal cracking(ft/500ft) k = refression coefficient determined through field calibration $N()$ = standard normal distribution evaluated at() σ = standard deviation of the log of the depth of cracks in the pavments C = crack depth(in) h_{ac} = thickness of asphalt layer(in) ΔC = Change in the crack depth due to a cooling cycle ΔK = Change in the stress intensity factor due to a cooling cycle A, n = Fracture parameters for the asphalt mixture E = mixture stiffness σ_m = Undamaged mixture tensile strength β_t = Calibration parameter
Level 1 K: 1.5	Level 1 Standard Deviation: 0.1468 * THERMAL + 65.027
Level 2 K: 0.5	Level 2 Standard Deviation: 0.2841 * THERMAL + 55.462
Level 3 K: 1.5	Level 3 Standard Deviation: 0.3972 * THERMAL + 20.422

CSM Fatigue

$N_f = 10^{\left(\frac{k_1 \beta_{c1} \left(\frac{\sigma_s}{M_r}\right)}{k_2 \beta_{c2}}\right)}$	N_f = number of repetitions to fatigue cracking σ_s = Tensile stress(psi) M_r = modulus of rupture(psi)		
k1: 1	k2: 1	Bc1: 1	Bc2: 1



Subgrade Rutting			
$\delta_a(N) = \beta_{s_1} k_1 \varepsilon_v h \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) \left e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \right $		$\delta_a =$ permanent deformation for the layer $N =$ number of repetitions $\varepsilon_v =$ average vertical strain(in/in) $\varepsilon_0, \beta, \rho =$ material properties $\varepsilon_r =$ resilient strain(in/in)	
Granular		Fine	
k1: 2.03	Bs1: 1	k1: 1.35	Bs1: 1
Standard Deviation (BASERUT) 0.1477*Pow(BASERUT,0.6711)+0.001		Standard Deviation (BASERUT) 0.1235*Pow(SUBRUT,0.5012)+0.001	

AC Cracking			
AC Top Down Cracking		AC Bottom Up Cracking	
$FC_{top} = \left(\frac{C_4}{1 + e^{(C_1 - C_2 * \log_{10}(Damage))}} \right) * 10.56$		$FC = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C'_1 + C_2 * C'_2 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$	
		$C'_2 = -2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$	
		$C'_1 = -2 * C'_2$	
c1: 7	c2: 3.5	c3: 0	c4: 1000
c1: 1	c2: 1	c3: 6000	
AC Cracking Top Standard Deviation		AC Cracking Bottom Standard Deviation	
200 + 2300/(1+exp(1.072-2.1654*LOG10(TOP+0.0001)))		1.13+13/(1+exp(7.57-15.5*LOG10(BOTTOM+0.0001)))	

CSM Cracking				IRI Flexible Pavements			
$FC_{ctb} = C_1 + \frac{C_2}{1 + e^{C_3 - C_4(Damage)}}$				C1 - Rutting		C3 - Transverse Crack	
				C2 - Fatigue Crack		C4 - Site Factors	
C1: 1	C2: 1	C3: 0	C4: 1000	C1: 40	C2: 0.4	C3: 0.008	C4: 0.015
CSM Standard Deviation							
CTB*1							



Design Inputs

Design Life: **20 years** Base construction: **June, 2004** Climate Data
 Design Type: **Flexible Pavement** Pavement construction: **September, 2006** Sources (Lat/Lon)
 Traffic opening: **October, 2006**

Design Structure

Layer type	Material Type	Thickness(mm)
Flexible	Default asphalt concrete	40.0
Flexible	Default asphalt concrete	50.0
Flexible	Default asphalt concrete	100.0
NonStabilized	A-1-a	80.0
Subgrade	A-1-a	1200.0
Subgrade	A-7-5	Semi-infinite

Volumetric at Construction:	
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3.0

Traffic

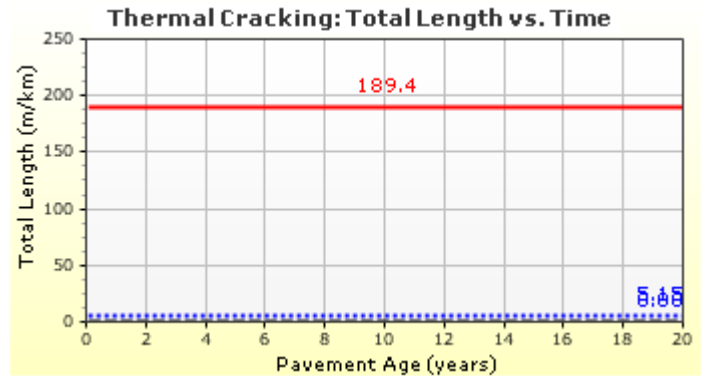
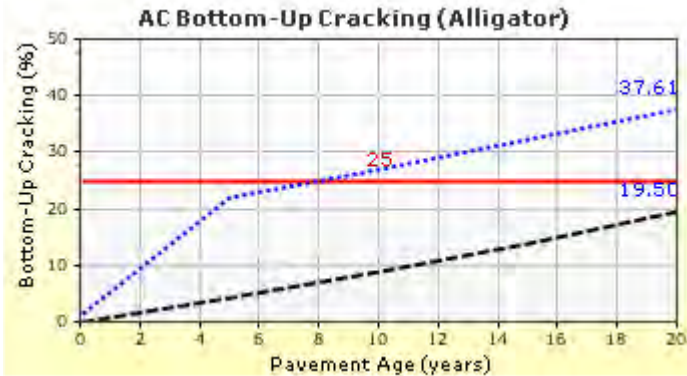
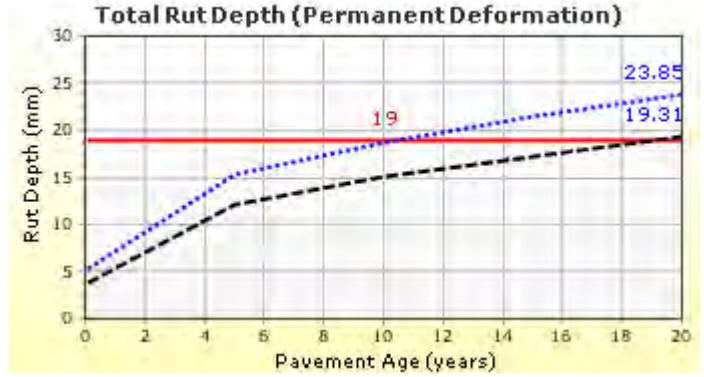
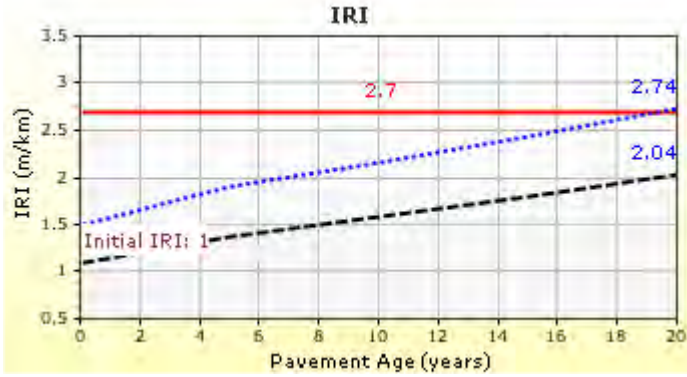
Age (year)	Heavy Trucks (cumulative)
2006 (initial)	1,936
2016 (10 years)	4,090,720
2026 (20 years)	9,696,000

Design Outputs

Distress Prediction Summary

Distress Type	Distress @ Specified Reliability		Reliability (%)		Criterion Satisfied?
	Target	Predicted	Target	Achieved	
Terminal IRI (m/km)	2.70	2.74	90.00	88.49	Fail
Permanent deformation - total pavement (mm)	19.00	23.86	90.00	46.46	Fail
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	25.00	37.61	90.00	65.15	Fail
AC thermal cracking (m/km)	189.40	5.15	90.00	100.00	Pass
AC top-down fatigue cracking (m/km)	378.80	671.25	90.00	71.30	Fail
Permanent deformation - AC only (mm)	6.00	14.47	90.00	6.61	Fail

Distress Charts



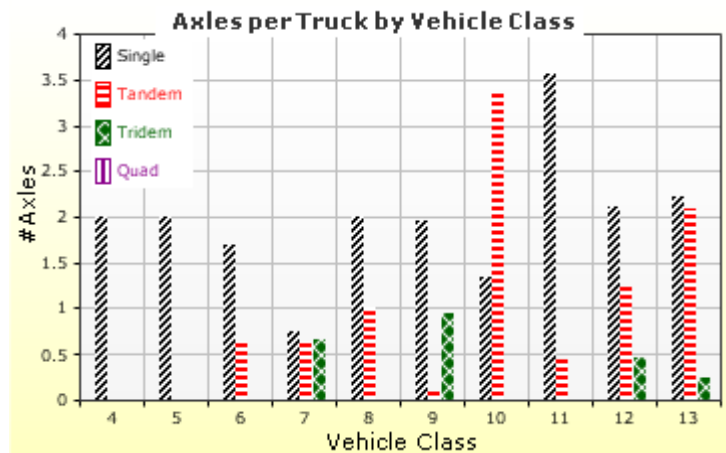
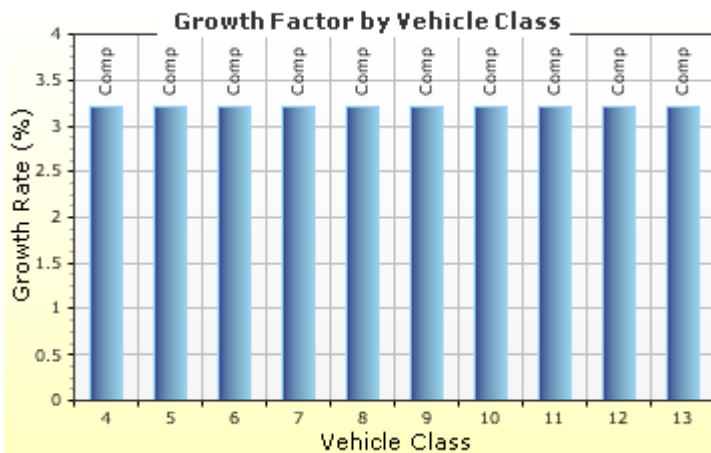
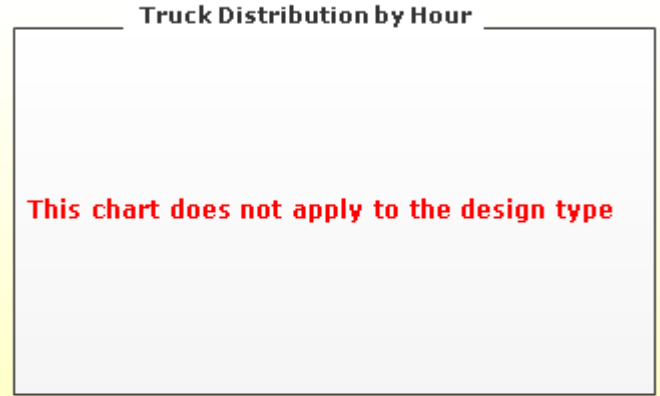
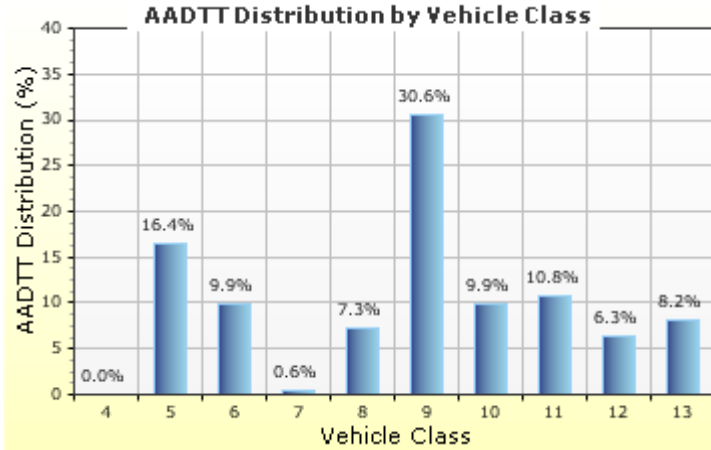
— Threshold Value @ Specified Reliability - - - @ 50% Reliability

Traffic Inputs

Graphical Representation of Traffic Inputs

Initial two-way AADTT: **1,936**
 Number of lanes in design direction: **1**

Percent of trucks in design direction (%): **50.0**
 Percent of trucks in design lane (%): **100.0**
 Operational speed (kph): **89.1**



Traffic Volume Monthly Adjustment Factors





Tabular Representation of Traffic Inputs

Volume Monthly Adjustment Factors Level 3: Default MAF

Month	Vehicle Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
January	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
February	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
March	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
April	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
May	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
June	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
July	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
August	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
September	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
October	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
November	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
December	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Distributions by Vehicle Class

Vehicle Class	AADTT Distribution (%) (Level 3)	Growth Factor	
		Rate (%)	Function
Class 4	0%	3.2%	Compound
Class 5	16.4%	3.2%	Compound
Class 6	9.9%	3.2%	Compound
Class 7	0.6%	3.2%	Compound
Class 8	7.3%	3.2%	Compound
Class 9	30.6%	3.2%	Compound
Class 10	9.9%	3.2%	Compound
Class 11	10.8%	3.2%	Compound
Class 12	6.3%	3.2%	Compound
Class 13	8.2%	3.2%	Compound

Truck Distribution by Hour does not apply

Axle Configuration

Traffic Wander	
Mean wheel location (mm)	460.0
Traffic wander standard deviation (mm)	254.0
Design lane width (m)	3.7

Axle Configuration	
Average axle width (m)	2.6
Dual tire spacing (mm)	305.0
Tire pressure (kPa)	827.4

Average Axle Spacing	
Tandem axle spacing (m)	1.3
Tridem axle spacing (m)	1.3
Quad axle spacing (m)	1.3

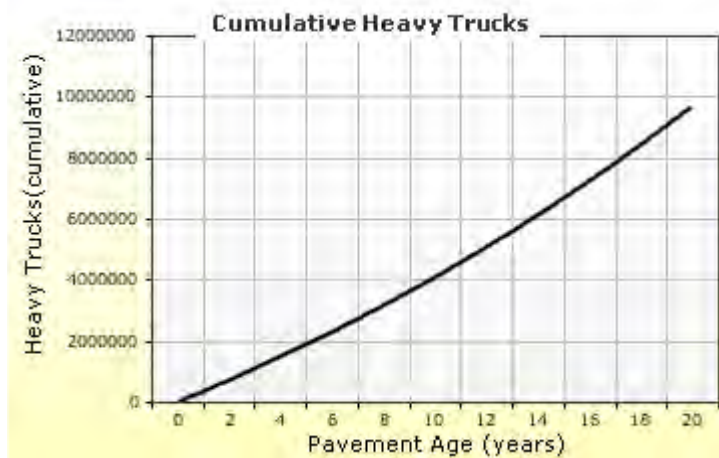
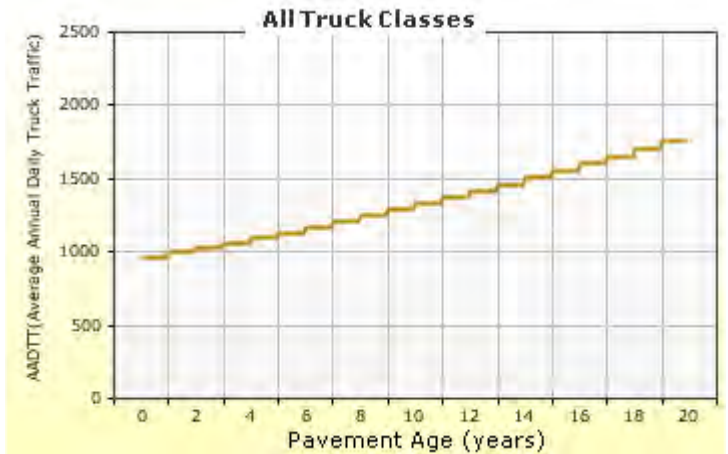
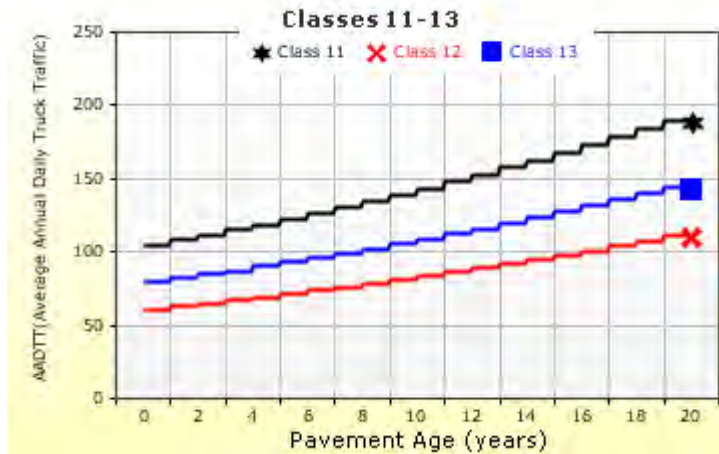
Wheelbase does not apply

Number of Axles per Truck

Vehicle Class	Single Axle	Tandem Axle	Tridem Axle	Quad Axle
Class 4	2	0	0	0
Class 5	2	0	0	0
Class 6	1.7	0.65	0	0
Class 7	0.76	0.64	0.66	0
Class 8	2	1	0	0
Class 9	1.96	0.09	0.96	0
Class 10	1.33	3.34	0	0
Class 11	3.56	0.45	0	0
Class 12	2.12	1.24	0.47	0
Class 13	2.23	2.09	0.25	0

AADTT (Average Annual Daily Truck Traffic) Growth

* Traffic cap is not enforced





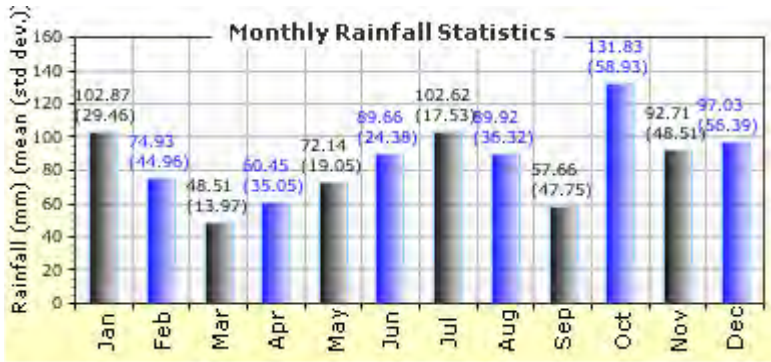
Climate Inputs

Climate Data Sources:

Climate Station Cities: Location (lat lon elevation(m))
no information

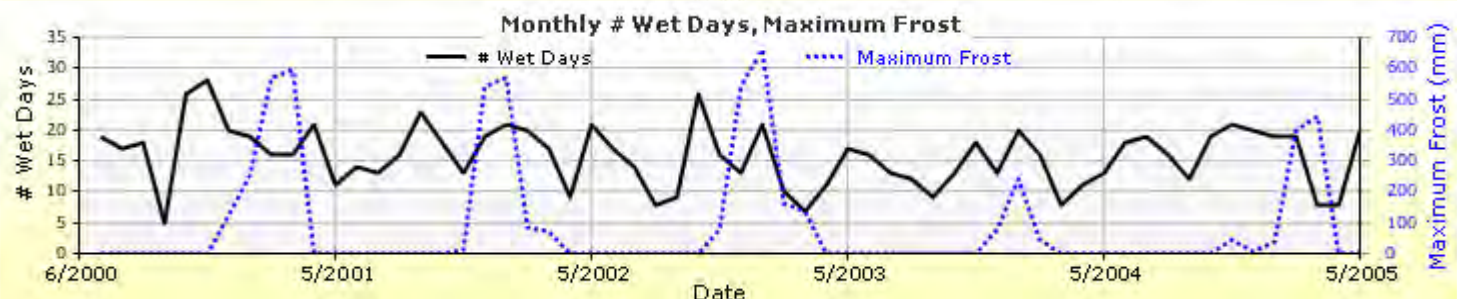
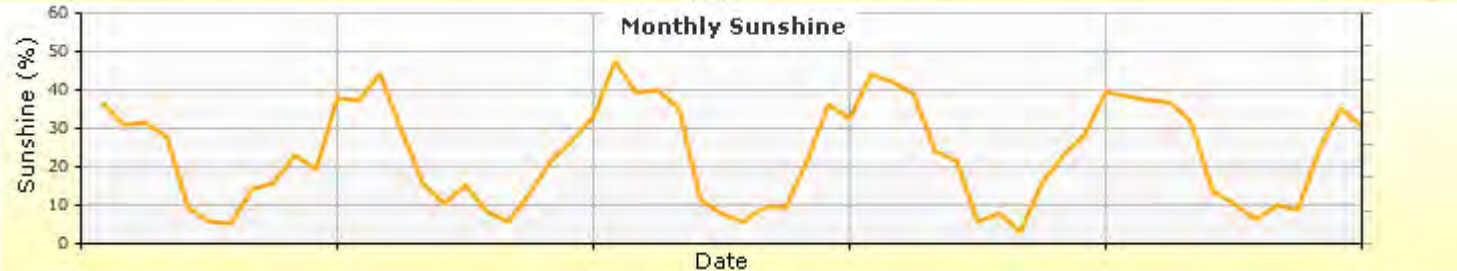
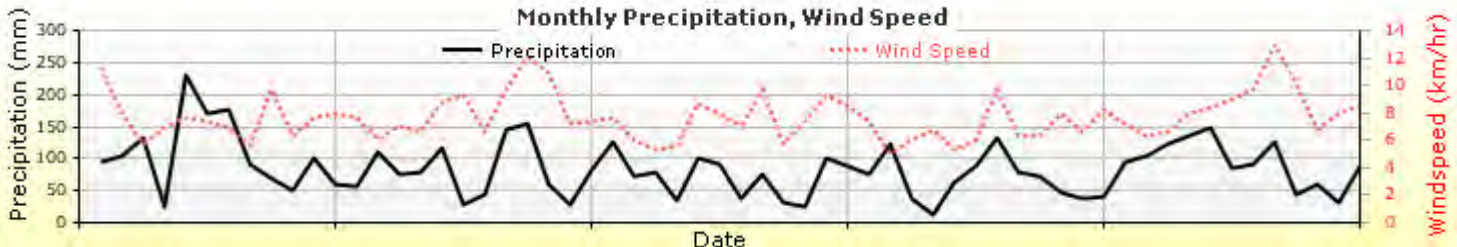
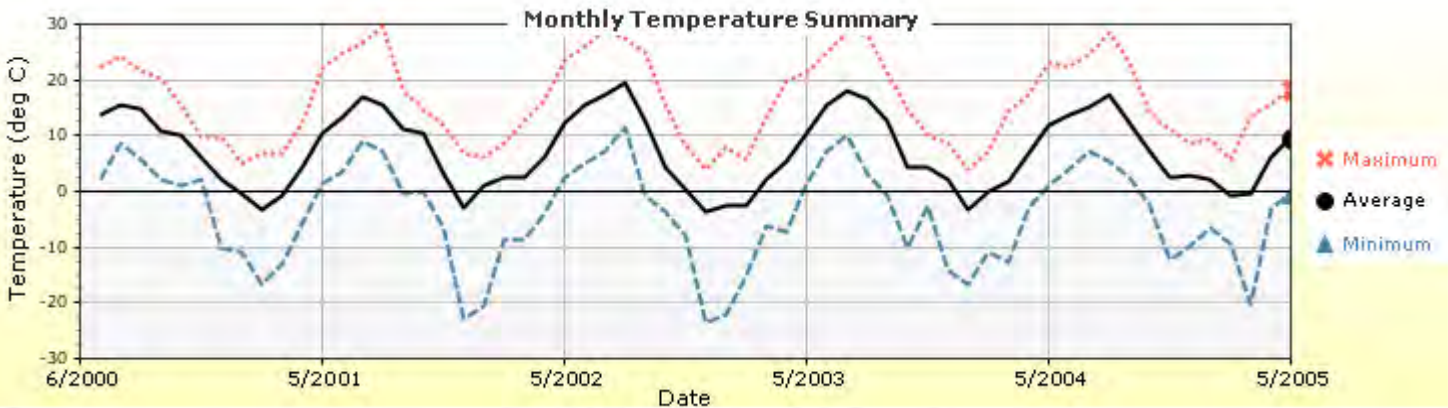
Annual Statistics:

Mean annual air temperature (°C) 7.29
 Mean annual precipitation (mm) 1020.32
 Freezing index (°C - days) 137.3555555
 55556
 Average annual number of freeze/thaw cycles: 63.57



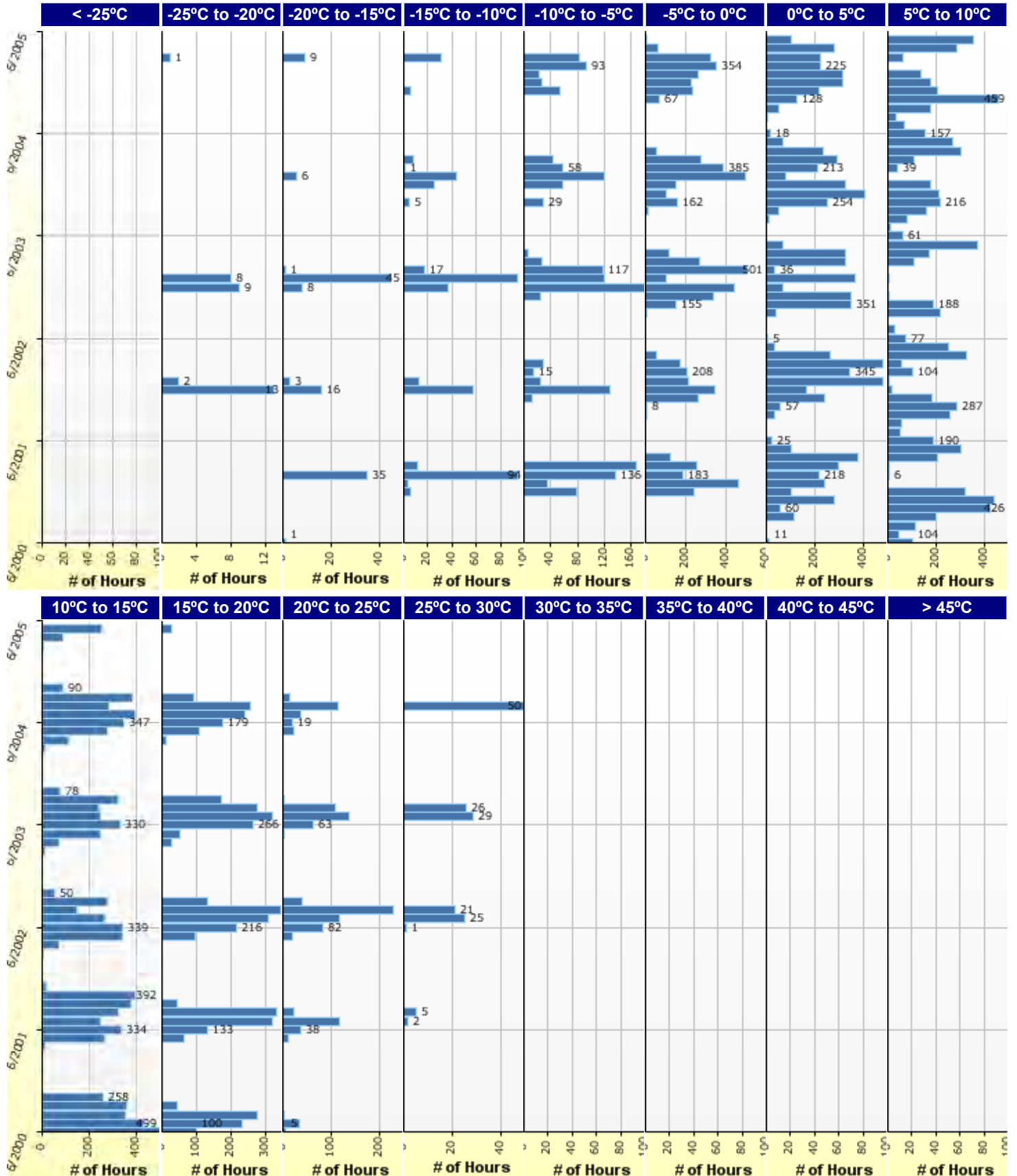
Water table depth (m) 7.20

Monthly Climate Summary:





Hourly Air Temperature Distribution by Month:





Design Properties

HMA Design Properties

Use Multilayer Rutting Model	False
Using G* based model (not nationally calibrated)	False
Is NCHRP 1-37A HMA Rutting Model Coefficients	True
Endurance Limit	-
Use Reflective Cracking	True

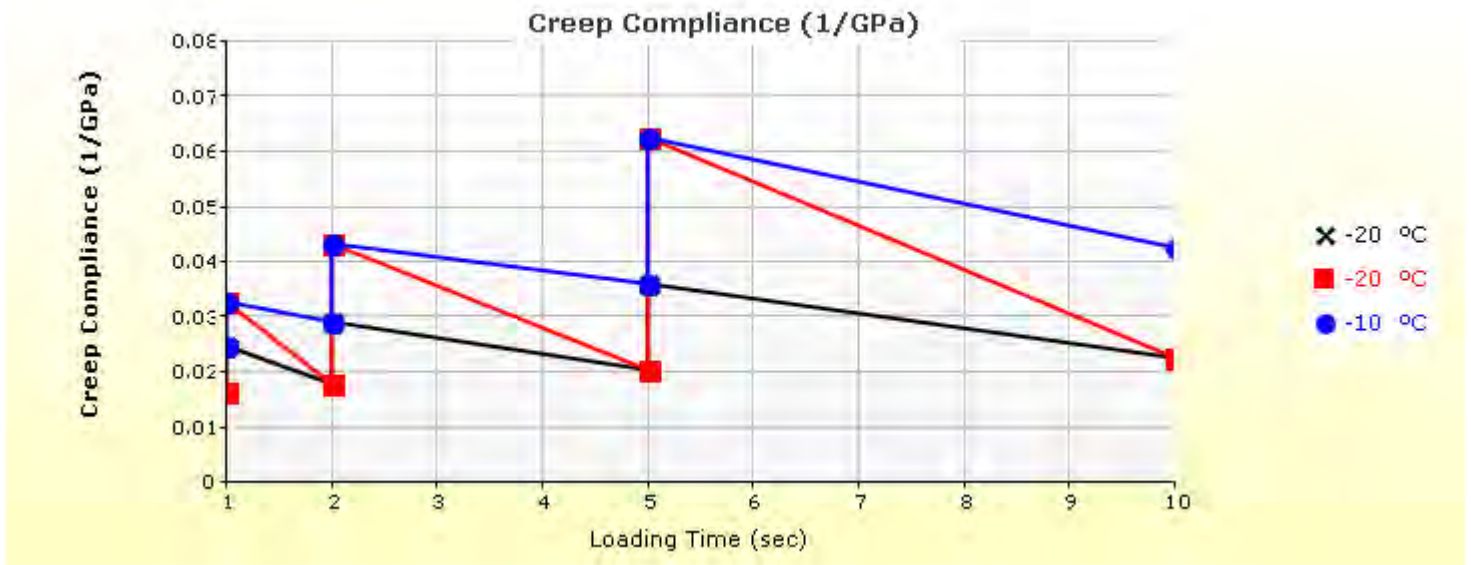
Structure - ICM Properties	
AC surface shortwave absorptivity	0.85

Layer Name	Layer Type	Interface Friction
Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a	Non-stabilized Base (4)	1.00
Layer 5 Subgrade : A-1-a	Subgrade (5)	1.00
Layer 6 Subgrade : A-7-5	Subgrade (5)	-

Thermal Cracking (Input Level: 3)

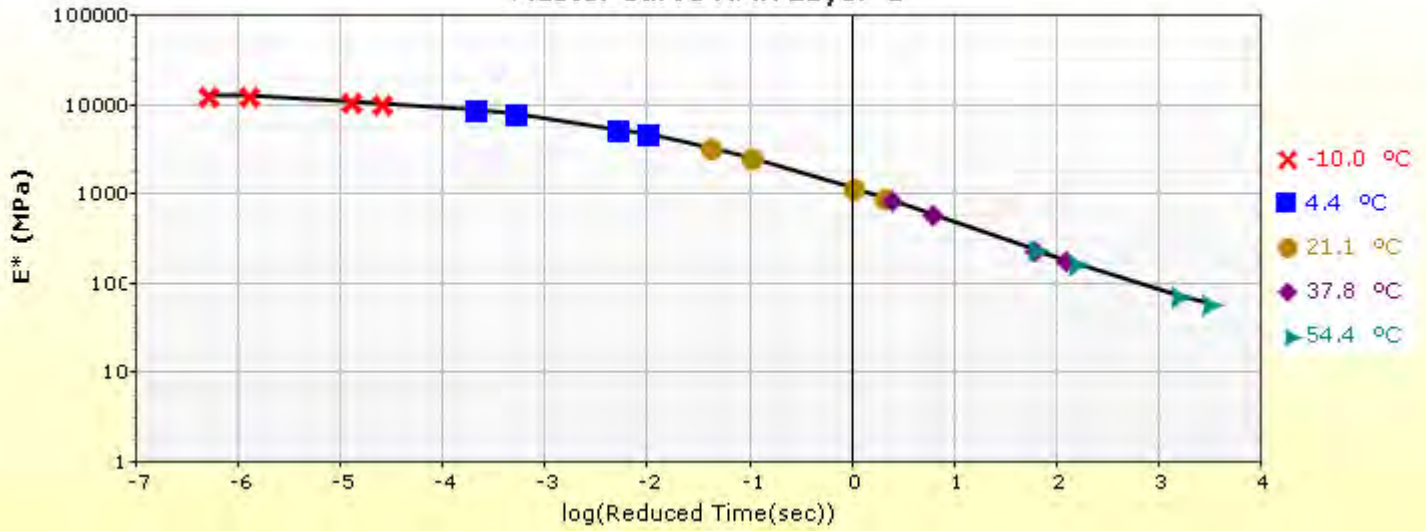
Indirect tensile strength at -10 °C (MPa)	3.96
Thermal Contraction	
Is thermal contraction calculated?	True
Mix coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	-
Aggregate coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	9.0e-006
Voids in Mineral Aggregate (%)	9.3

Loading time (sec)	Creep Compliance (1/GPa)		
	-20 °C	-20 °C	-10 °C
1	1.64e-002	1.64e-002	2.49e-002
1	2.49e-002	3.30e-002	3.30e-002
2	1.81e-002	1.81e-002	2.93e-002
2	2.93e-002	4.35e-002	4.35e-002
5	2.06e-002	2.06e-002	3.63e-002
5	3.63e-002	6.28e-002	6.28e-002
10	2.26e-002	2.26e-002	4.27e-002

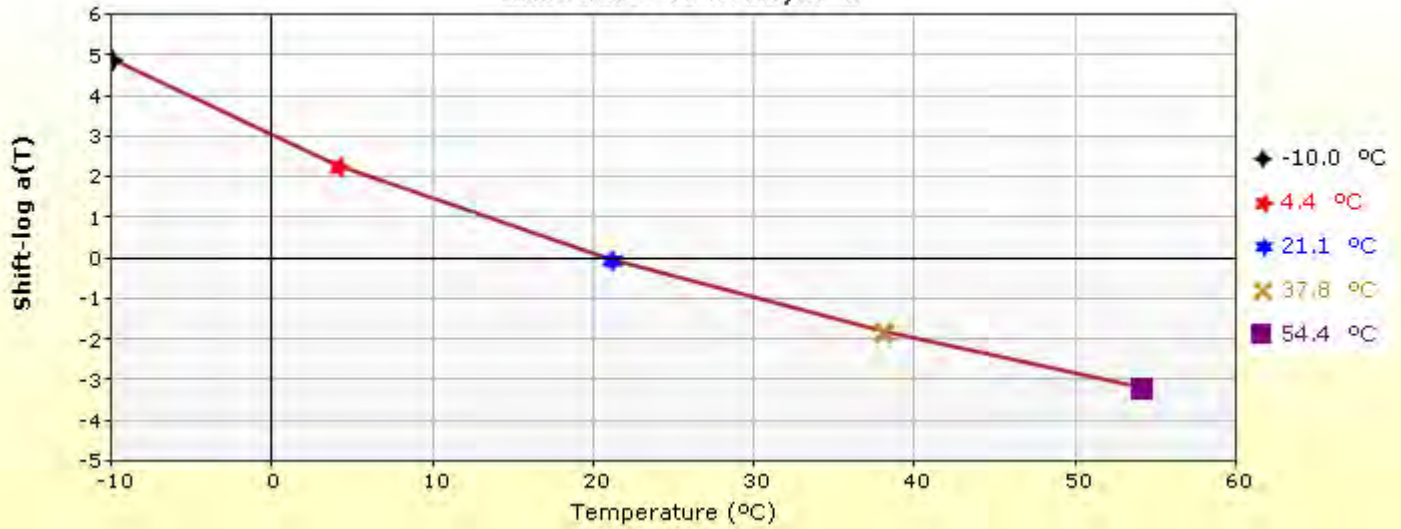


HMA Layer 1: Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete

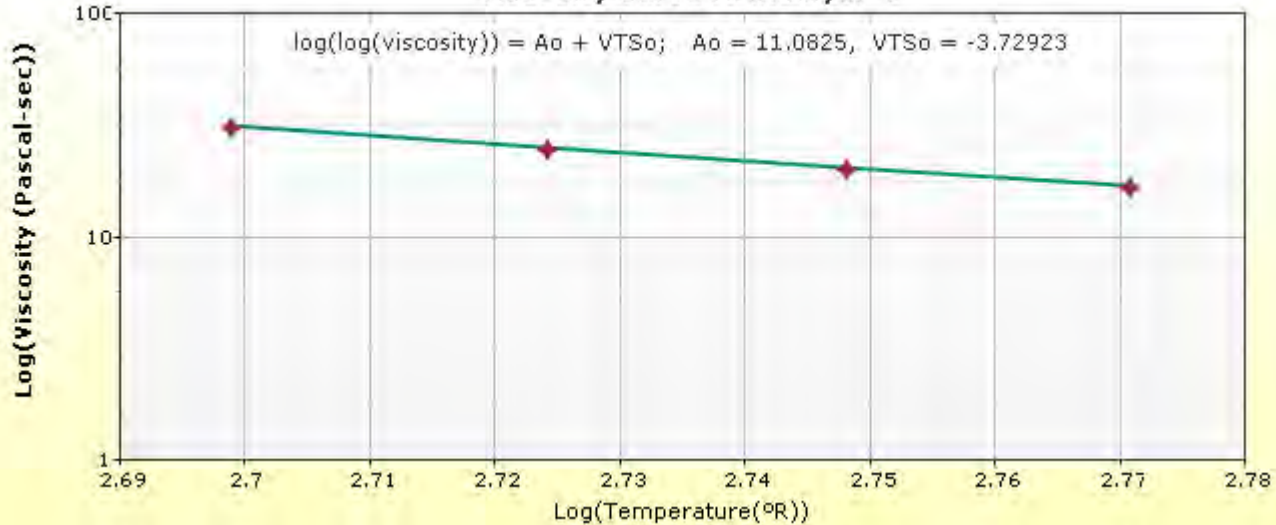
Master Curve HMA Layer 1



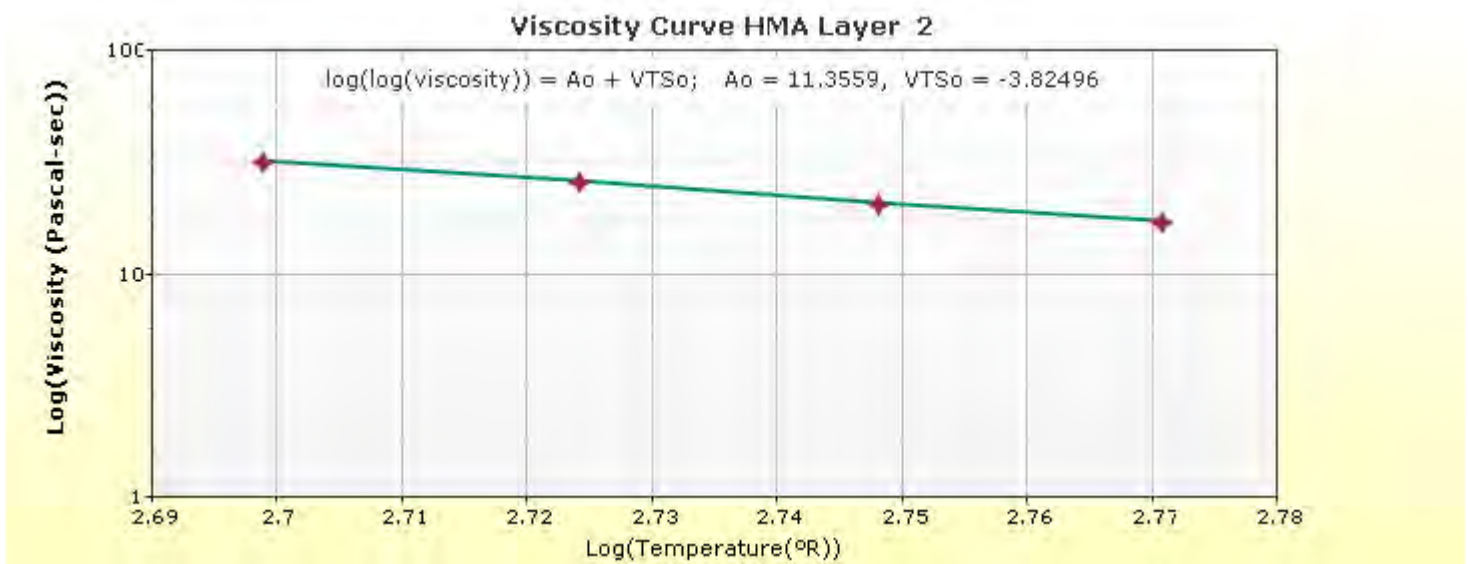
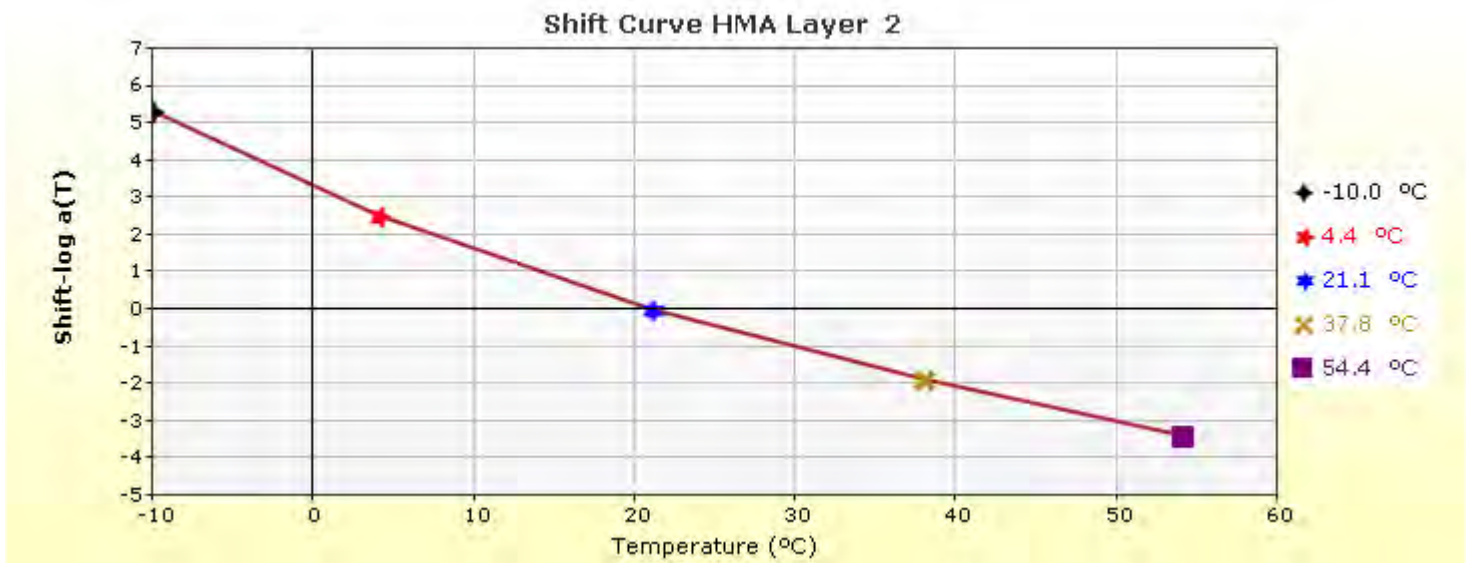
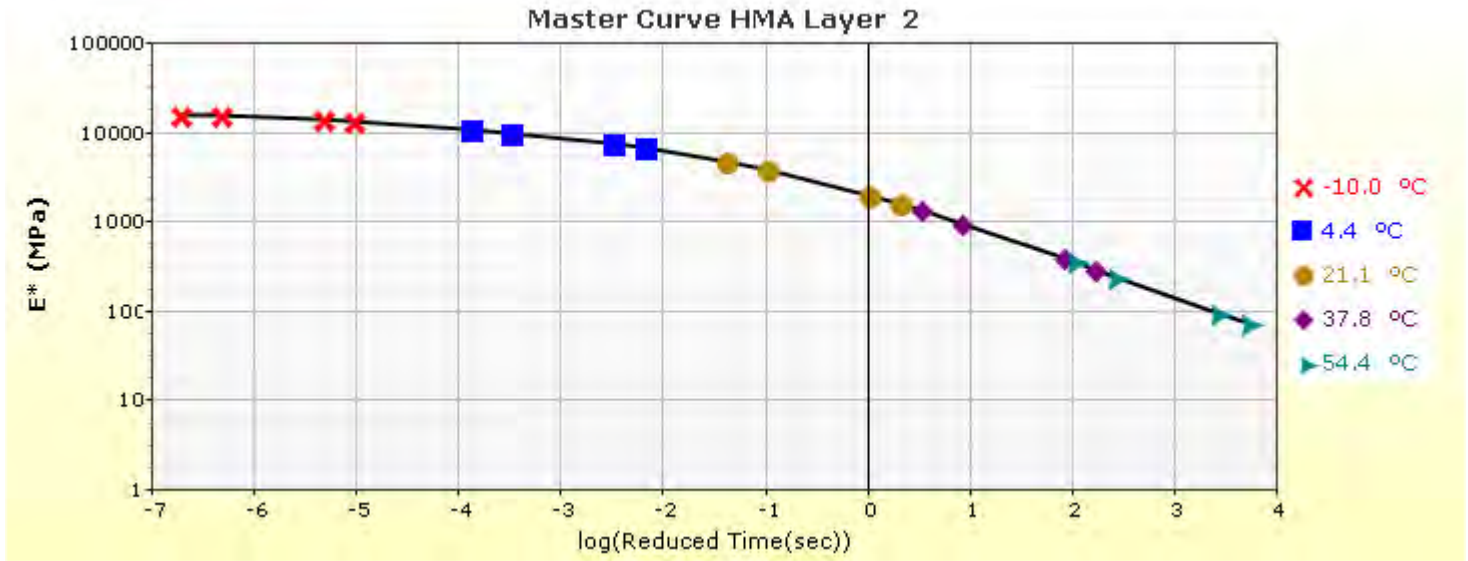
Shift Curve HMA Layer 1



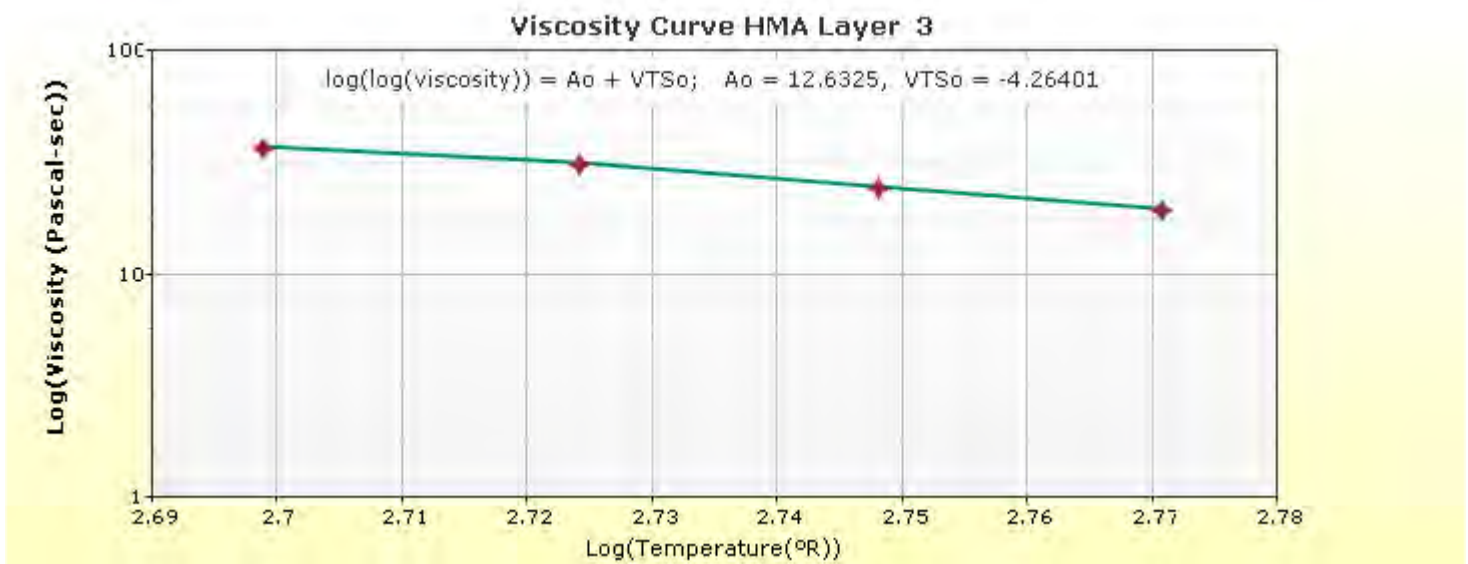
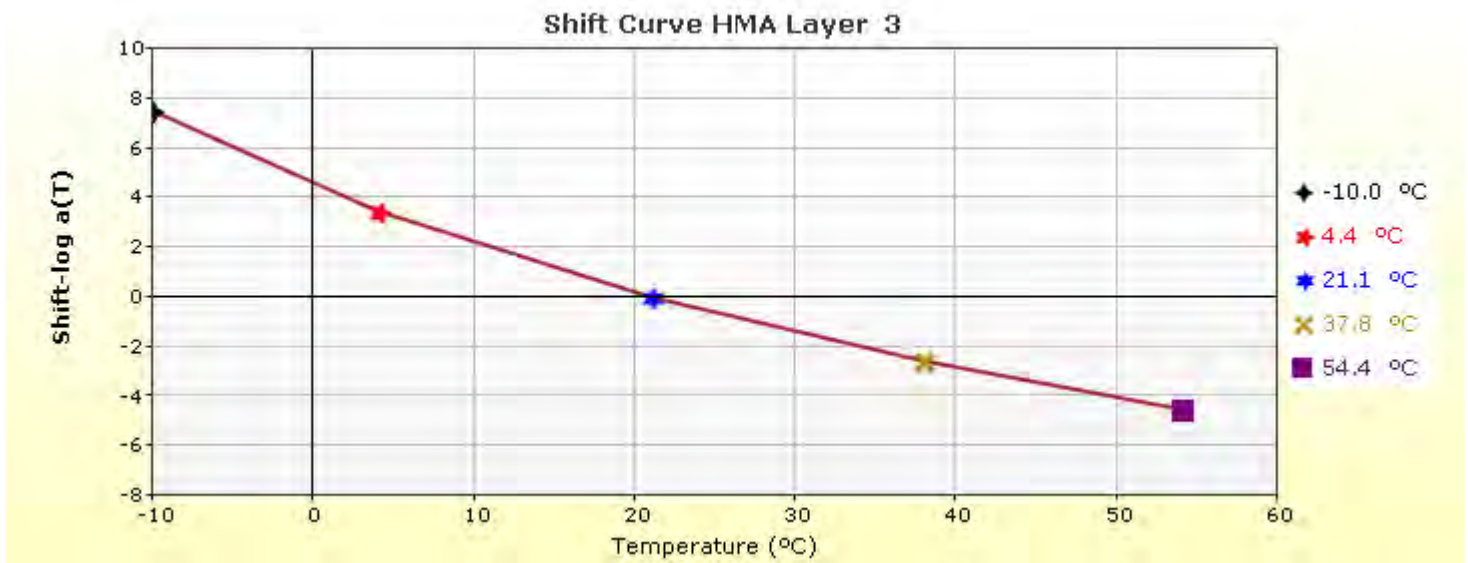
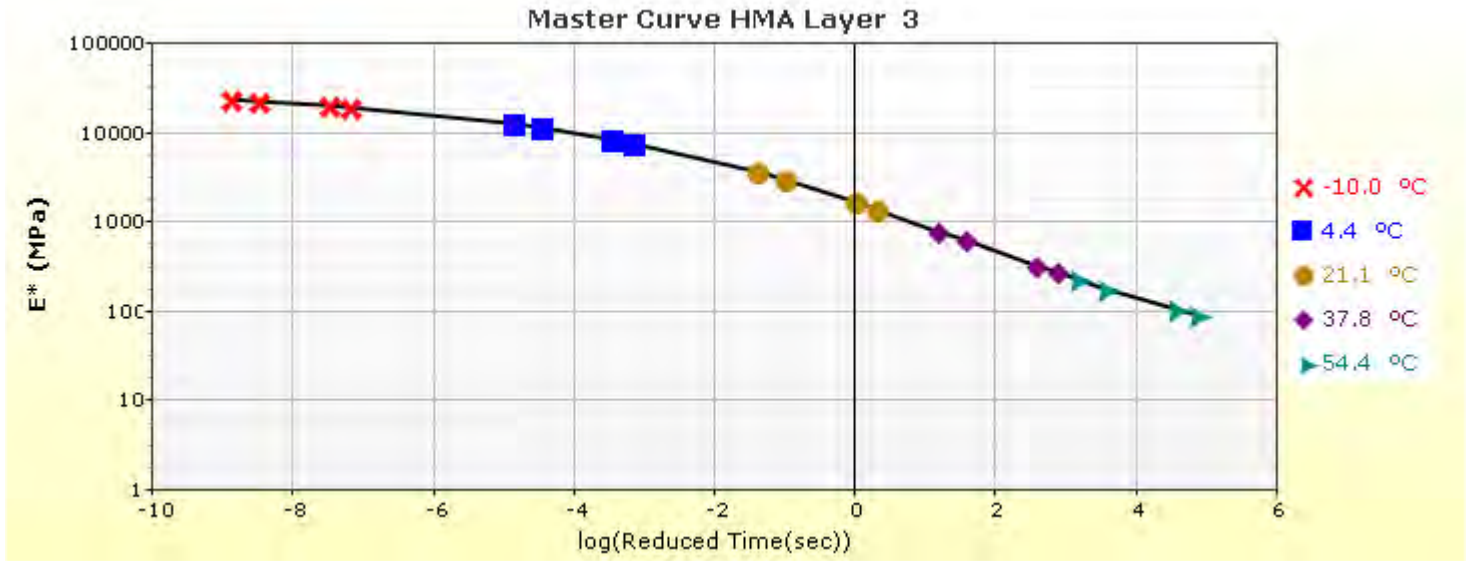
Viscosity Curve HMA Layer 1



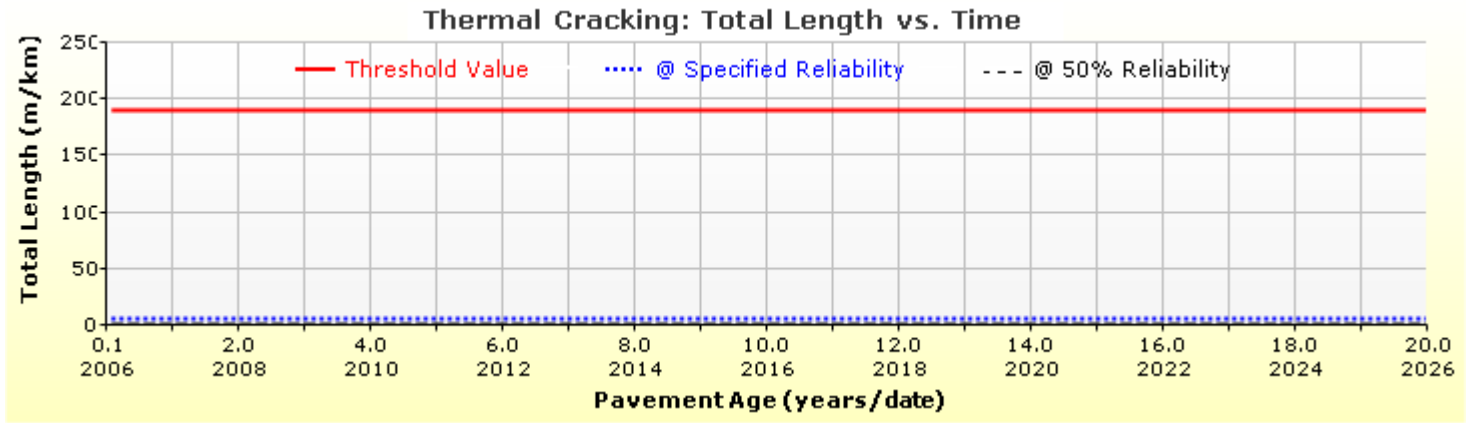
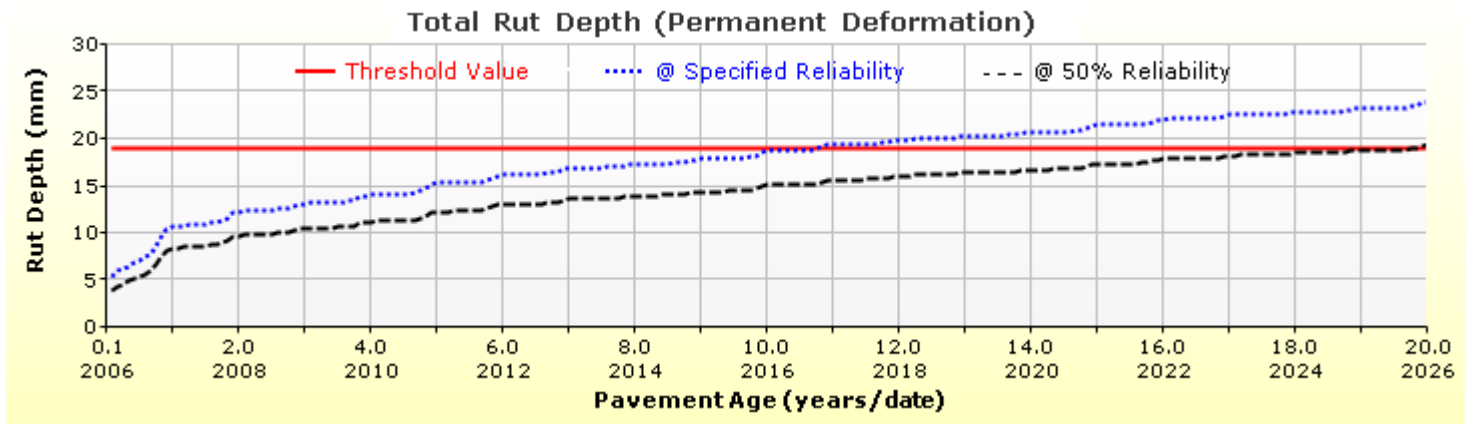
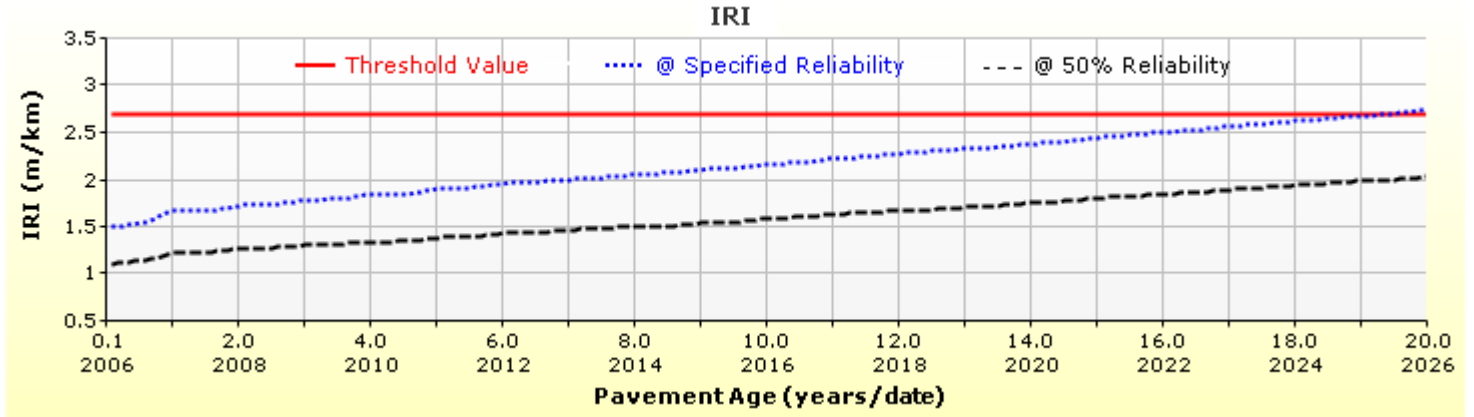
HMA Layer 2: Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

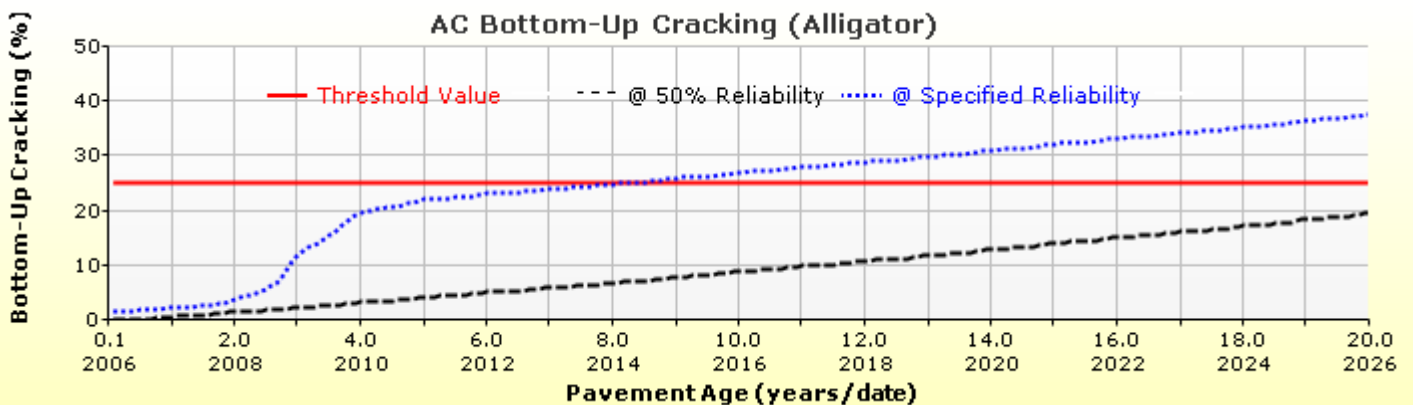
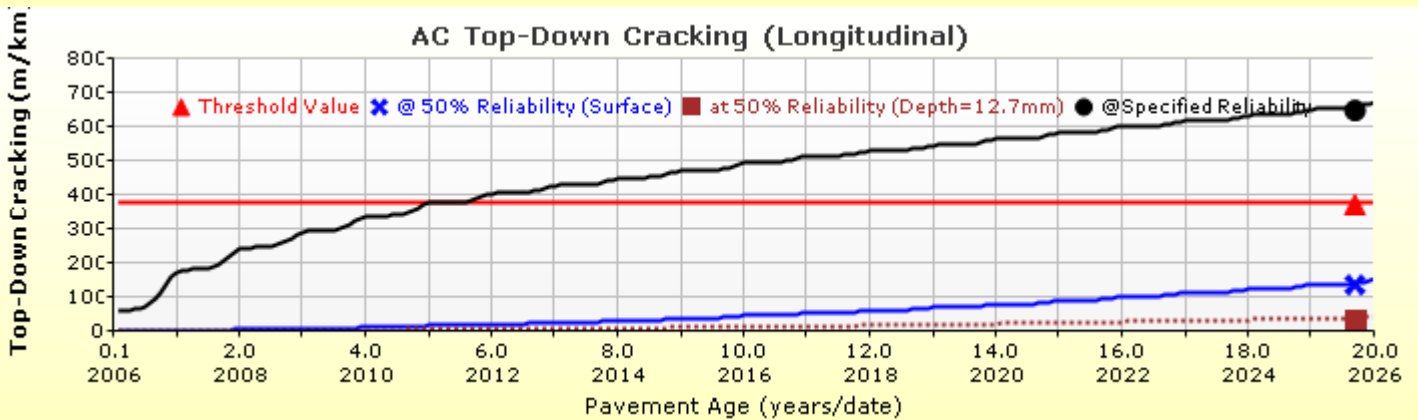
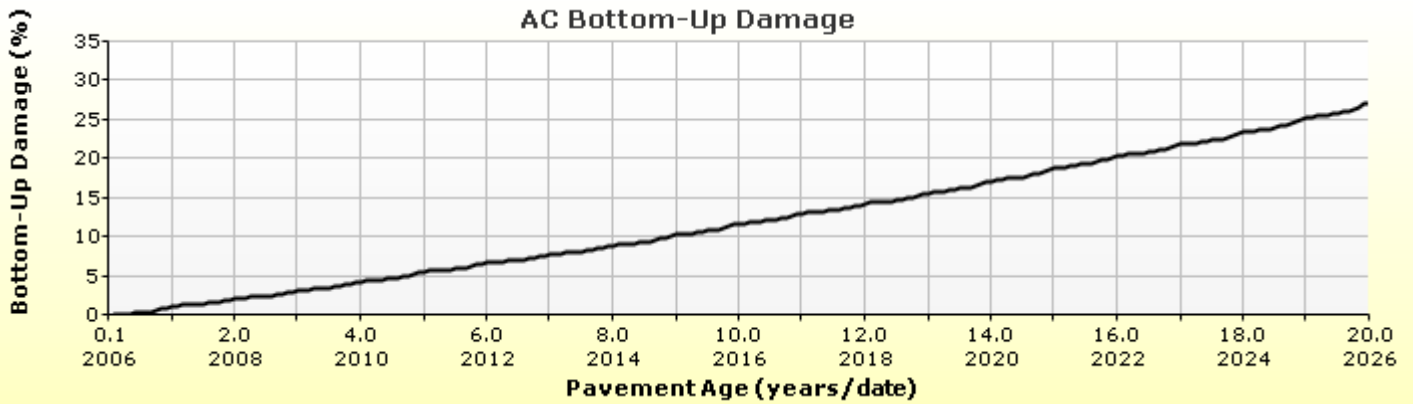
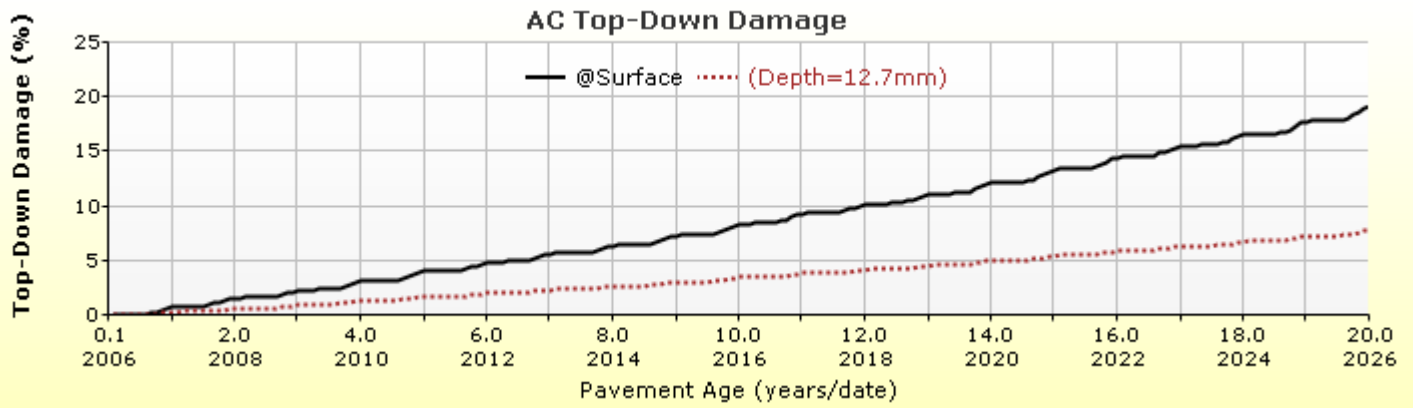


HMA Layer 3: Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

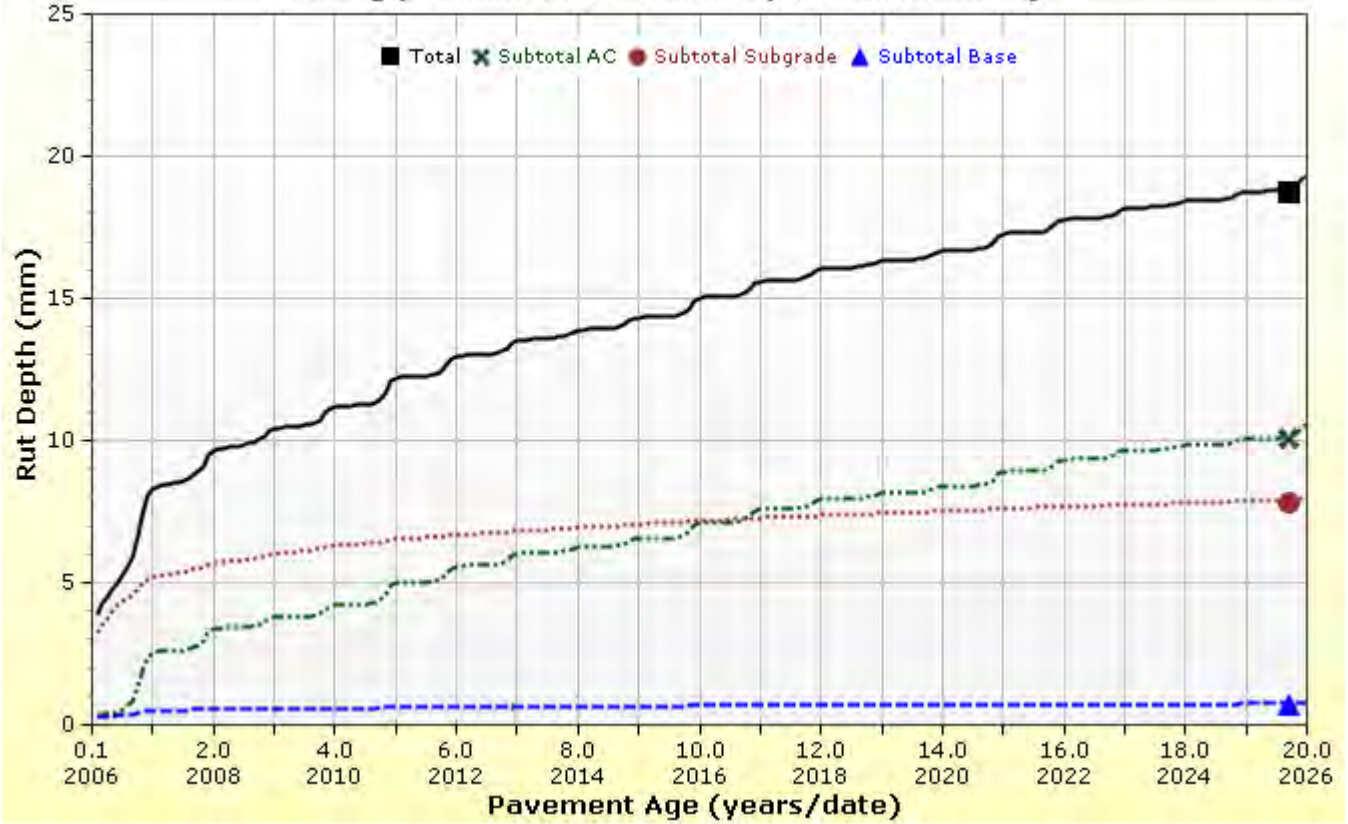


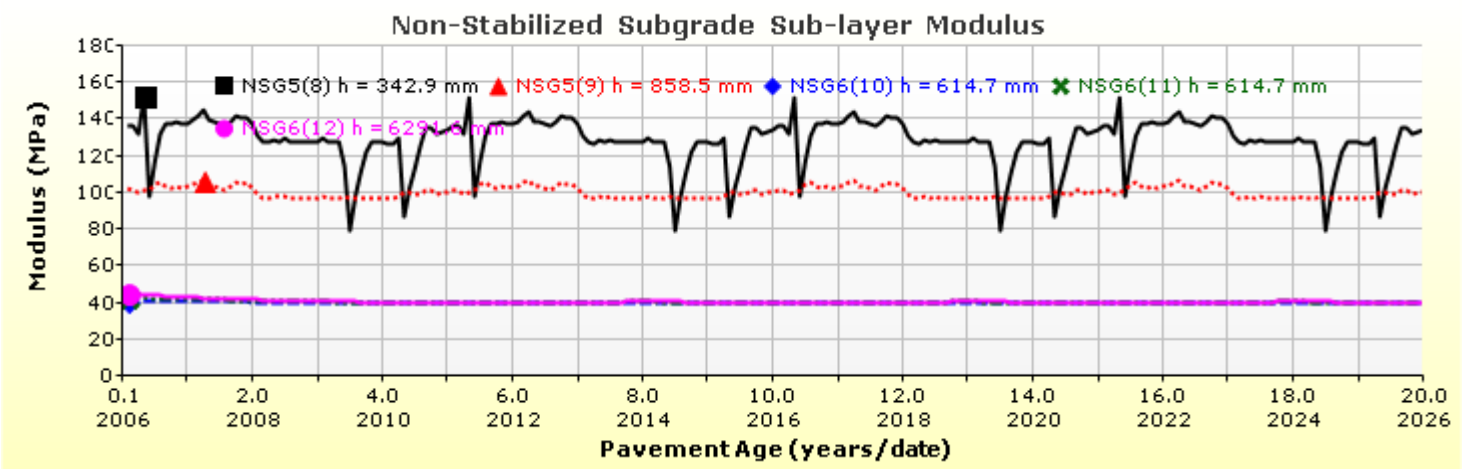
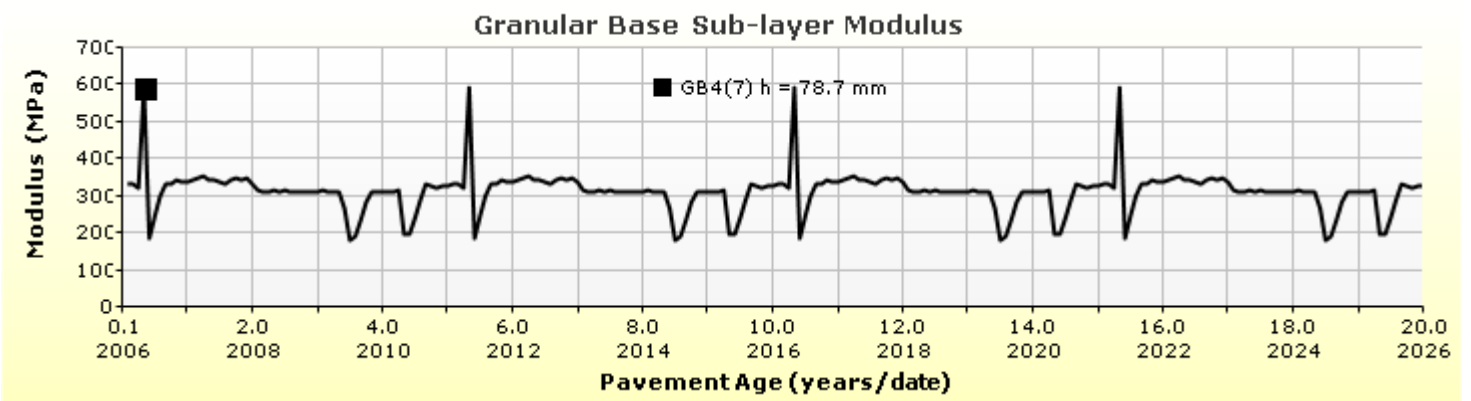
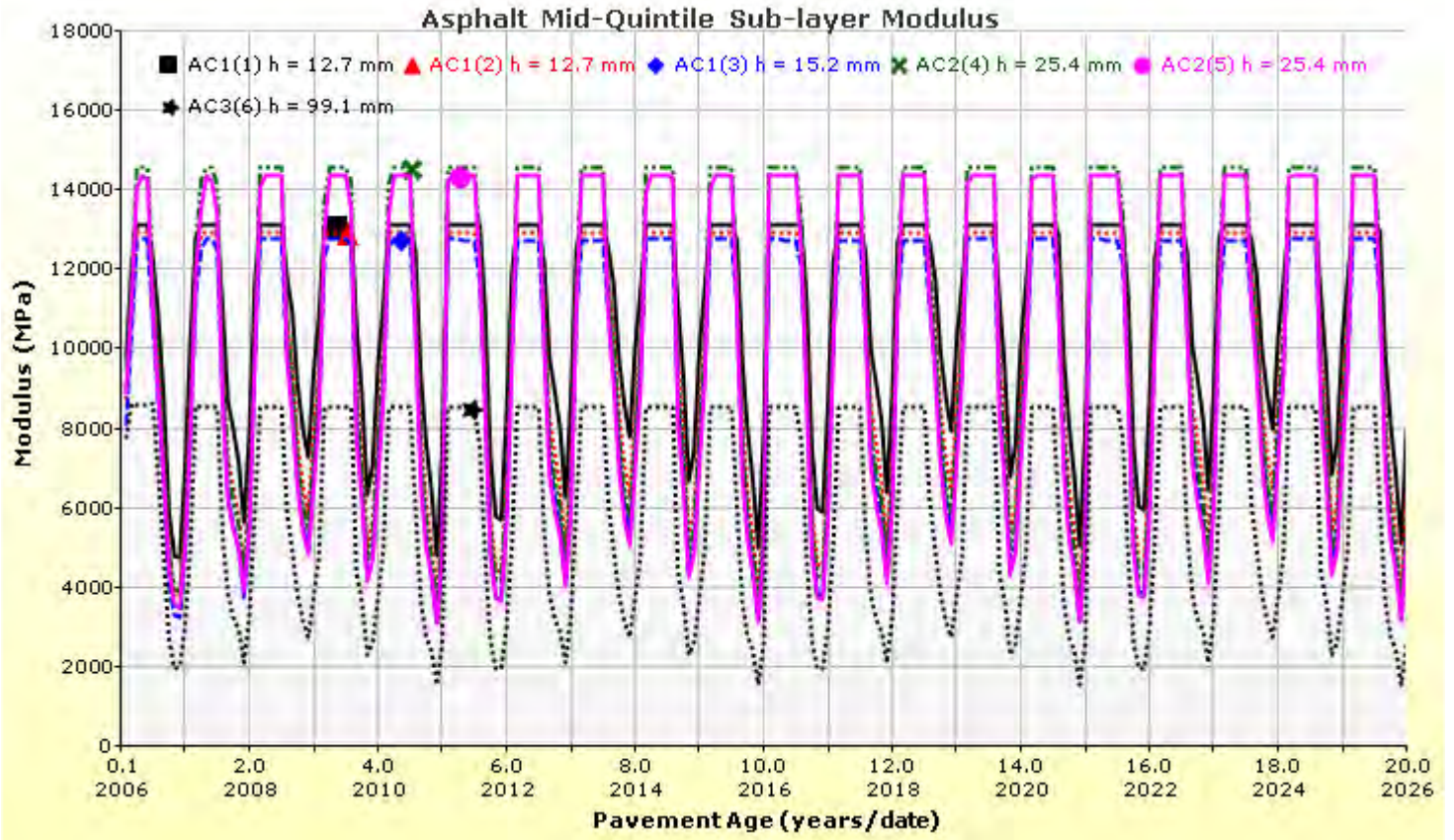
Analysis Output Charts





Rutting (Permanent Deformation) at 50% Reliability







Layer Information

Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	40.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	50.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	5.2
Air voids (%)	3.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	100.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	8620	10565	12012	12457
4.4	3164	5364	7742	8634
21.1	500	1213	2588	3335
37.8	99	236	592	847
54.4	40	78	178	255

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	47.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	4.5
Air voids (%)	4.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a

Unbound

Layer thickness (mm)	80.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	5.054e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6



Layer 5 Subgrade : A-1-a

Unbound	
Layer thickness (mm)	1200.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)
275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default Material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	1.54e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 6 Subgrade : A-7-5****Unbound**

Layer thickness (mm)	Semi-infinite
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-7-5
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	57.0
Plasticity Index	24.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	1634.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	4.281e-06
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	20

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	125.3117
bf	0.5772
cf	0.1052
hr	500.0000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

Calibration Coefficients

AC Fatigue

$N_f = 0.00432 * C * \beta_{f1} k_1 \left(\frac{1}{\epsilon_1}\right)^{k_2 \beta_{f2}} \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3 \beta_{f3}}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_a + V_b} - 0.69\right)$	k1: 0.007566
	k2: 3.9492
	k3: 1.281
	Bf1: 1
	Bf2: 1
	Bf3: 1

AC Rutting

$\frac{\epsilon_p}{\epsilon_r} = k_z \beta_{r1} 10^{k_1 T} k_2 \beta_{r2} N^{k_3 \beta_{r3}}$ $k_z = (C_1 + C_2 * depth) * 0.328196^{depth}$ $C_1 = -0.1039 * H_a^2 + 2.4868 * H_a - 17.342$ $C_2 = 0.0172 * H_a^2 - 1.7331 * H_a + 27.428$ <p>Where: H_{ac} = total AC thickness(in)</p>	ϵ_p = plastic strain(in/in) ϵ_r = resilient strain(in/in) T = layer temperature(°F) N = number of load repetitions
AC Rutting Standard Deviation	0.24*Pow(RUT,0.8026)+0.001
AC Layer	K1:-3.35412 K2:1.5606 K3:0.4791 Br1:1 Br2:1 Br3:1

Thermal Fracture

$C_f = 400 * N \left(\frac{\log C / h_{ac}}{\sigma}\right)$ $\Delta C = (k * \beta t)^{n+1} * A * \Delta K^n$ $A = 10^{(4.389 - 2.52 * \log(E * \sigma_m * n))}$	C_f = observed amount of thermal cracking(ft/500ft) k = refression coefficient determined through field calibration $N()$ = standard normal distribution evaluated at() σ = standard deviation of the log of the depth of cracks in the pavments C = crack depth(in) h_{ac} = thickness of asphalt layer(in) ΔC = Change in the crack depth due to a cooling cycle ΔK = Change in the stress intensity factor due to a cooling cycle A, n = Fracture parameters for the asphalt mixture E = mixture stiffness σ_m = Undamaged mixture tensile strength β_t = Calibration parameter
Level 1 K: 1.5	Level 1 Standard Deviation: 0.1468 * THERMAL + 65.027
Level 2 K: 0.5	Level 2 Standard Deviation: 0.2841 * THERMAL + 55.462
Level 3 K: 1.5	Level 3 Standard Deviation: 0.3972 * THERMAL + 20.422

CSM Fatigue

$N_f = 10^{\left(\frac{k_1 \beta_{c1} \left(\frac{\sigma_s}{M_r}\right)}{k_2 \beta_{c2}}\right)}$	N_f = number of repetitions to fatigue cracking σ_s = Tensile stress(psi) M_r = modulus of rupture(psi)		
k1: 1	k2: 1	Bc1: 1	Bc2: 1



Subgrade Rutting			
$\delta_a(N) = \beta_{s_1} k_1 \varepsilon_v h \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) \left e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \right $		$\delta_a =$ permanent deformation for the layer $N =$ number of repetitions $\varepsilon_v =$ average vertical strain(in/in) $\varepsilon_0, \beta, \rho =$ material properties $\varepsilon_r =$ resilient strain(in/in)	
Granular		Fine	
k1: 2.03	Bs1: 1	k1: 1.35	Bs1: 1
Standard Deviation (BASERUT) 0.1477*Pow(BASERUT,0.6711)+0.001		Standard Deviation (BASERUT) 0.1235*Pow(SUBRUT,0.5012)+0.001	

AC Cracking			
AC Top Down Cracking		AC Bottom Up Cracking	
$FC_{top} = \left(\frac{C_4}{1 + e^{(C_1 - C_2 * \log_{10}(Damage))}} \right) * 10.56$		$FC = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C'_1 + C_2 * C'_2 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$	
		$C'_2 = -2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$	
c1: 7	c2: 3.5	c3: 0	c4: 1000
AC Cracking Top Standard Deviation 200 + 2300/(1+exp(1.072-2.1654*LOG10(TOP+0.0001)))		AC Cracking Bottom Standard Deviation 1.13+13/(1+exp(7.57-15.5*LOG10(BOTTOM+0.0001)))	

CSM Cracking				IRI Flexible Pavements			
$FC_{ctb} = C_1 + \frac{C_2}{1 + e^{C_3 - C_4(Damage)}}$				C1 - Rutting		C3 - Transverse Crack	
				C2 - Fatigue Crack		C4 - Site Factors	
C1: 1	C2: 1	C3: 0	C4: 1000	C1: 40	C2: 0.4	C3: 0.008	C4: 0.015
CSM Standard Deviation							
CTB*1							



Design Inputs

Design Life: 20 years Base construction: June, 2004 Climate Data Sources (Lat/Lon)

Design Type: Flexible Pavement Pavement construction: September, 2006

Traffic opening: October, 2006

Design Structure

Layer type	Material Type	Thickness(mm)
Flexible	Default asphalt concrete	40.0
Flexible	Default asphalt concrete	50.0
Flexible	Default asphalt concrete	100.0
NonStabilized	A-1-a	80.0
Subgrade	A-1-a	1200.0
Subgrade	A-7-5	Semi-infinite

Volumetric at Construction:	
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3.0

Traffic

Age (year)	Heavy Trucks (cumulative)
2006 (initial)	1,936
2016 (10 years)	4,090,720
2026 (20 years)	9,696,000

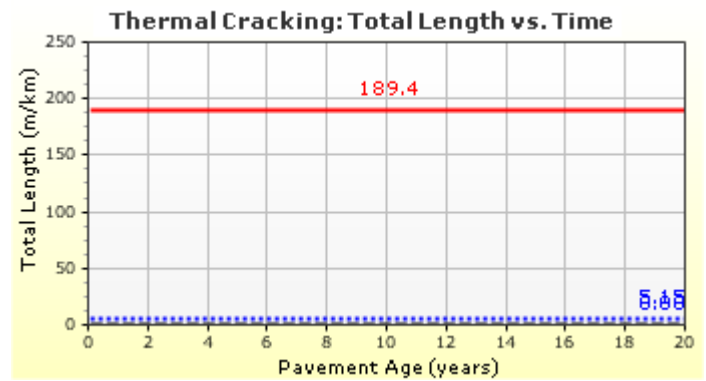
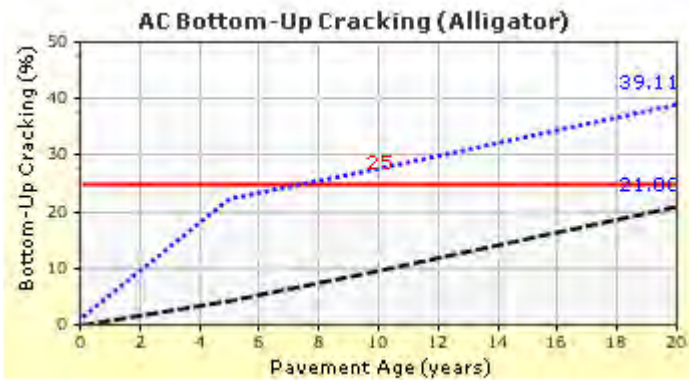
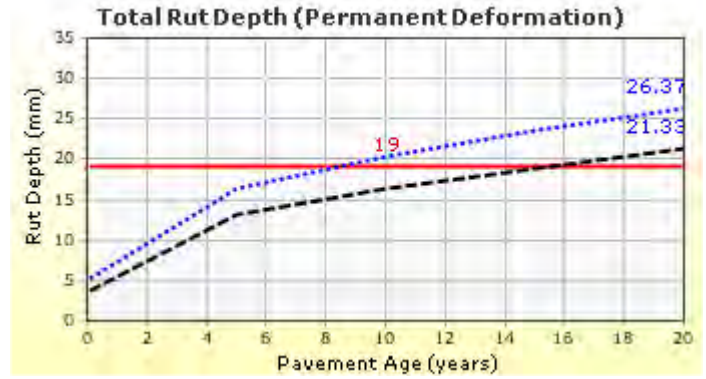
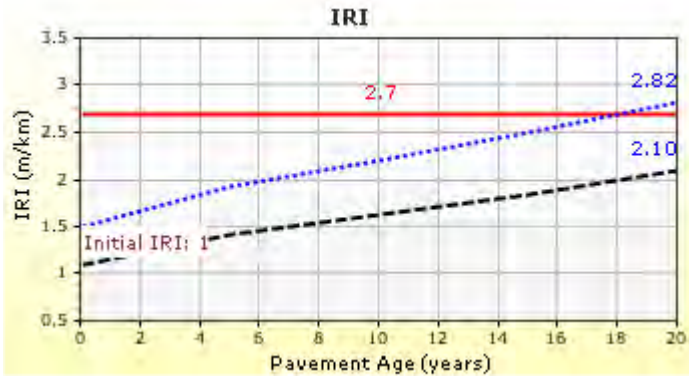
Design Outputs

Distress Prediction Summary

Distress Type	Distress @ Specified Reliability		Reliability (%)		Criterion Satisfied?
	Target	Predicted	Target	Achieved	
Terminal IRI (m/km)	2.70	2.82	90.00	85.76	Fail
Permanent deformation - total pavement (mm)	19.00	26.35	90.00	27.56	Fail
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	25.00	39.11	90.00	61.14	Fail
AC thermal cracking (m/km)	189.40	5.15	90.00	100.00	Pass
AC top-down fatigue cracking (m/km)	378.80	667.14	90.00	71.60	Fail
Permanent deformation - AC only (mm)	6.00	16.86	90.00	3.15	Fail



Distress Charts



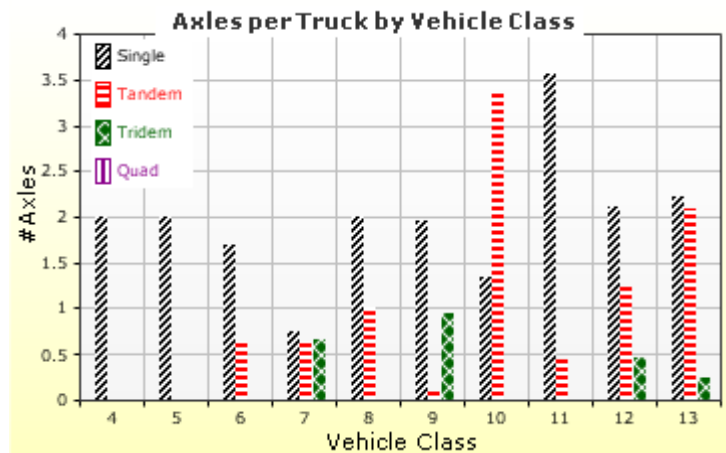
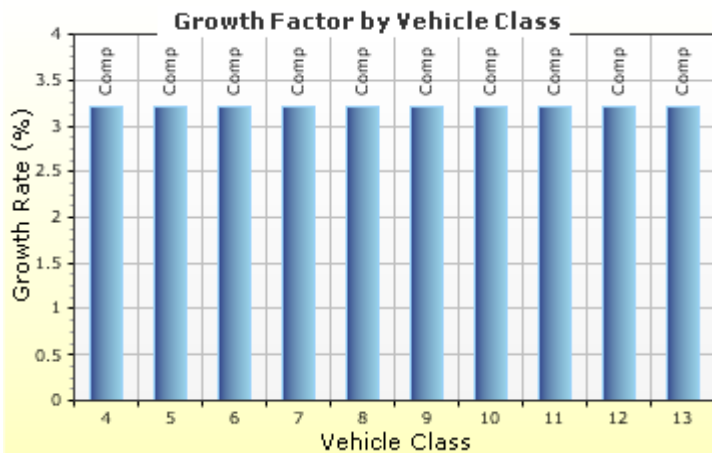
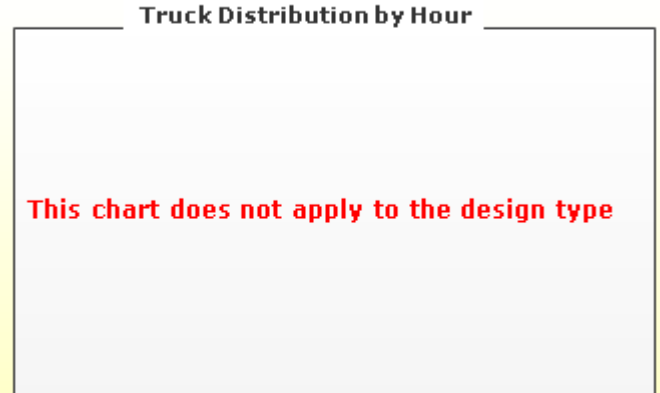
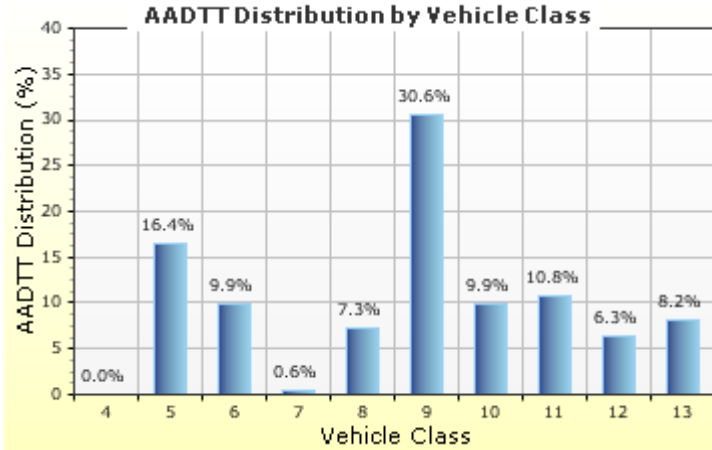
— Threshold Value @ Specified Reliability - - - @ 50% Reliability

Traffic Inputs

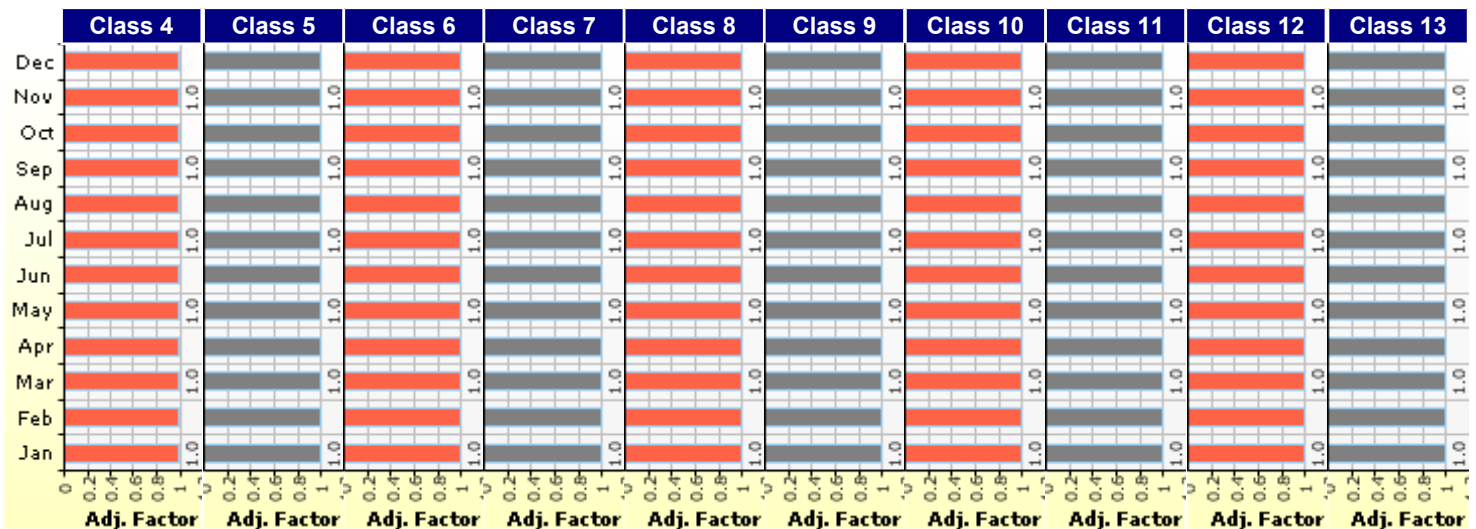
Graphical Representation of Traffic Inputs

Initial two-way AADTT: **1,936**
 Number of lanes in design direction: **1**

Percent of trucks in design direction (%): **50.0**
 Percent of trucks in design lane (%): **100.0**
 Operational speed (kph): **89.1**



Traffic Volume Monthly Adjustment Factors





Tabular Representation of Traffic Inputs

Volume Monthly Adjustment Factors Level 3: Default MAF

Month	Vehicle Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
January	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
February	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
March	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
April	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
May	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
June	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
July	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
August	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
September	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
October	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
November	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
December	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Distributions by Vehicle Class

Vehicle Class	AADTT Distribution (%) (Level 3)	Growth Factor	
		Rate (%)	Function
Class 4	0%	3.2%	Compound
Class 5	16.4%	3.2%	Compound
Class 6	9.9%	3.2%	Compound
Class 7	0.6%	3.2%	Compound
Class 8	7.3%	3.2%	Compound
Class 9	30.6%	3.2%	Compound
Class 10	9.9%	3.2%	Compound
Class 11	10.8%	3.2%	Compound
Class 12	6.3%	3.2%	Compound
Class 13	8.2%	3.2%	Compound

Truck Distribution by Hour does not apply

Axle Configuration

Traffic Wander	
Mean wheel location (mm)	460.0
Traffic wander standard deviation (mm)	254.0
Design lane width (m)	3.7

Axle Configuration	
Average axle width (m)	2.6
Dual tire spacing (mm)	305.0
Tire pressure (kPa)	827.4

Average Axle Spacing	
Tandem axle spacing (m)	1.3
Tridem axle spacing (m)	1.3
Quad axle spacing (m)	1.3

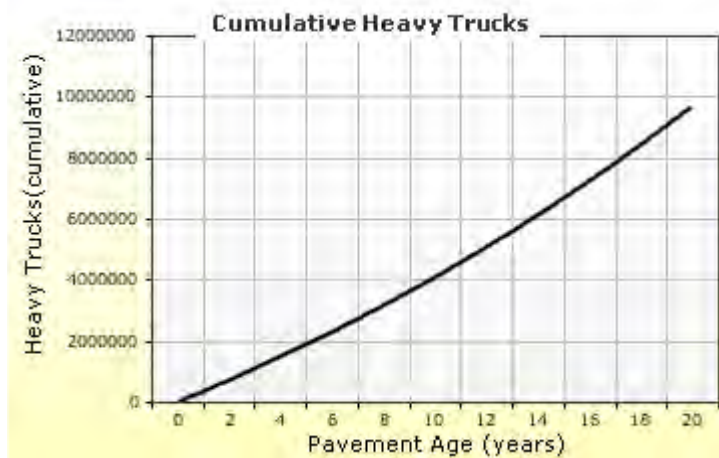
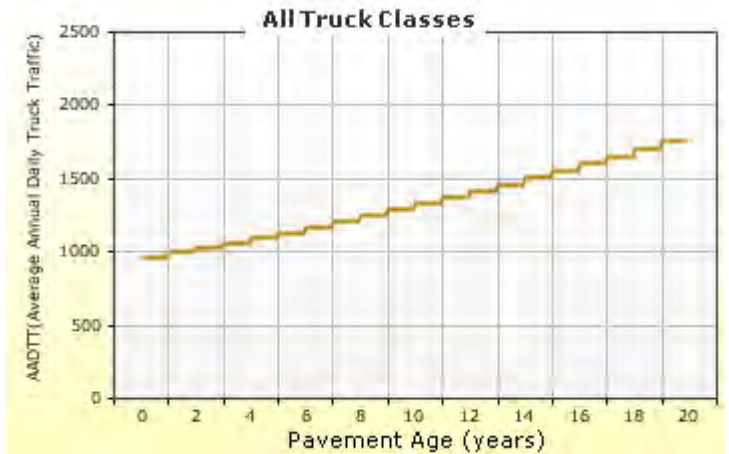
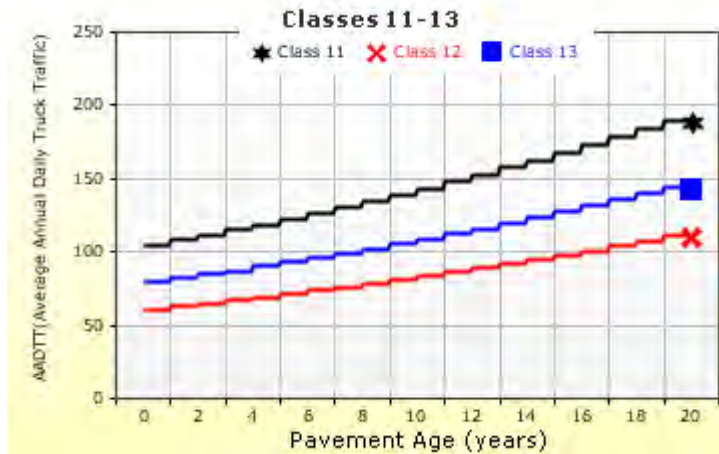
Wheelbase does not apply

Number of Axles per Truck

Vehicle Class	Single Axle	Tandem Axle	Tridem Axle	Quad Axle
Class 4	2	0	0	0
Class 5	2	0	0	0
Class 6	1.7	0.65	0	0
Class 7	0.76	0.64	0.66	0
Class 8	2	1	0	0
Class 9	1.96	0.09	0.96	0
Class 10	1.33	3.34	0	0
Class 11	3.56	0.45	0	0
Class 12	2.12	1.24	0.47	0
Class 13	2.23	2.09	0.25	0

AADTT (Average Annual Daily Truck Traffic) Growth

* Traffic cap is not enforced





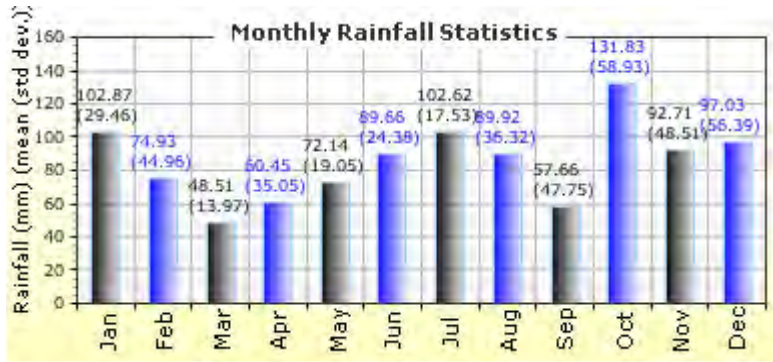
Climate Inputs

Climate Data Sources:

Climate Station Cities: Location (lat lon elevation(m))
no information

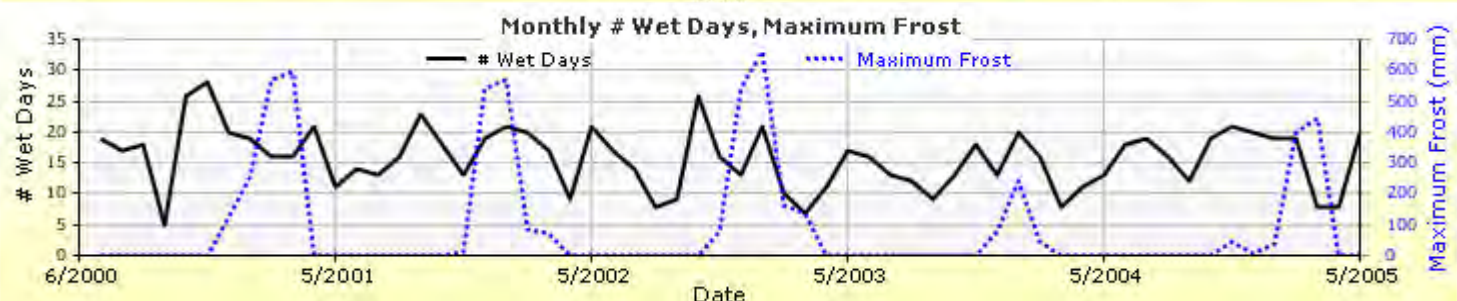
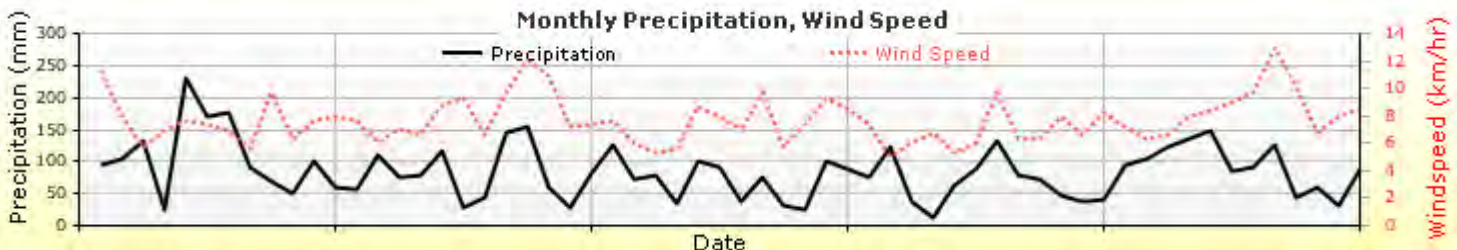
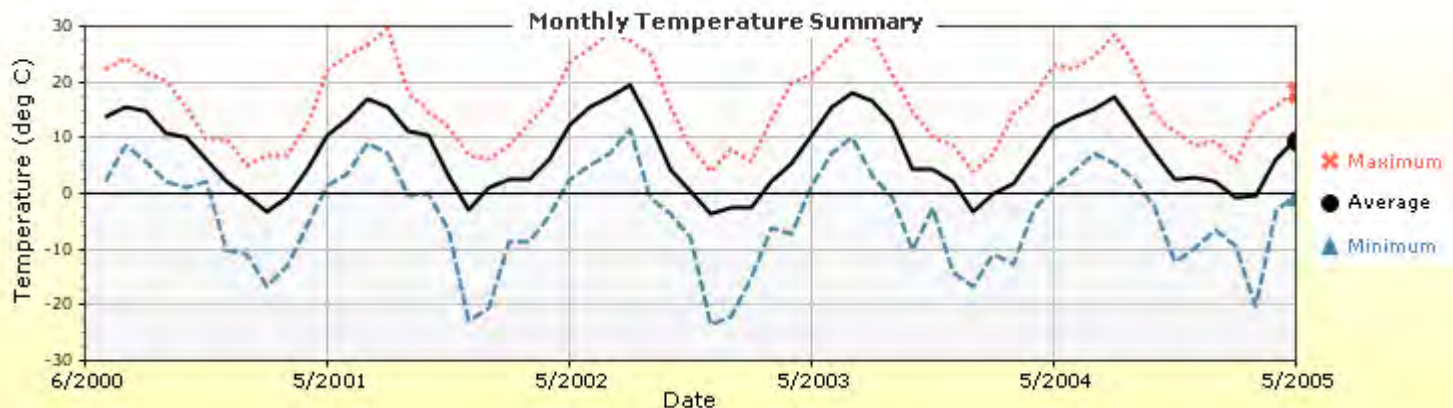
Annual Statistics:

Mean annual air temperature (°C) 7.29
 Mean annual precipitation (mm) 1020.32
 Freezing index (°C - days) 137.3555555
 55556
 Average annual number of freeze/thaw cycles: 63.57



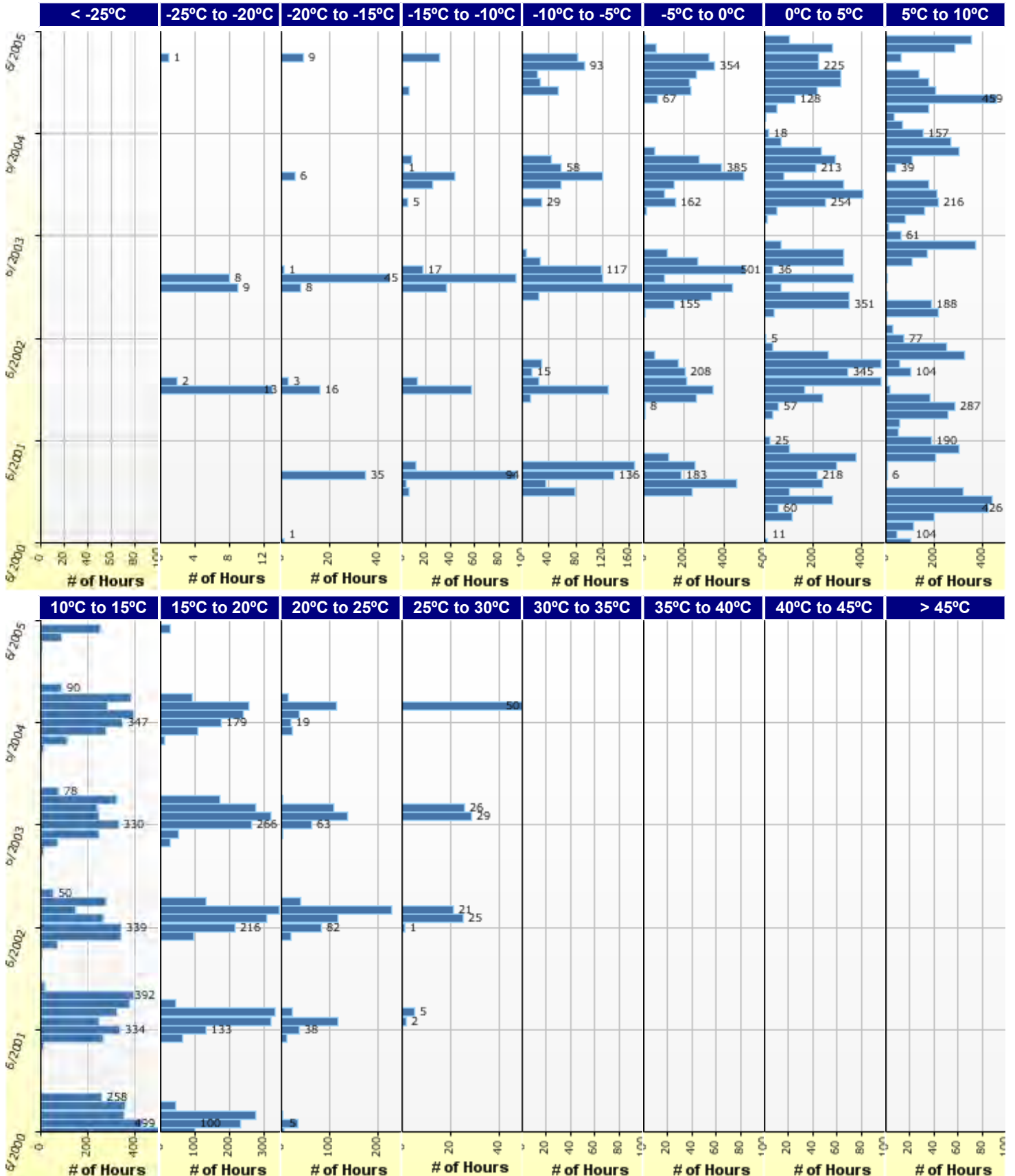
Water table depth (m) 7.20

Monthly Climate Summary:





Hourly Air Temperature Distribution by Month:





Design Properties

HMA Design Properties

Use Multilayer Rutting Model	False
Using G* based model (not nationally calibrated)	False
Is NCHRP 1-37A HMA Rutting Model Coefficients	True
Endurance Limit	-
Use Reflective Cracking	True

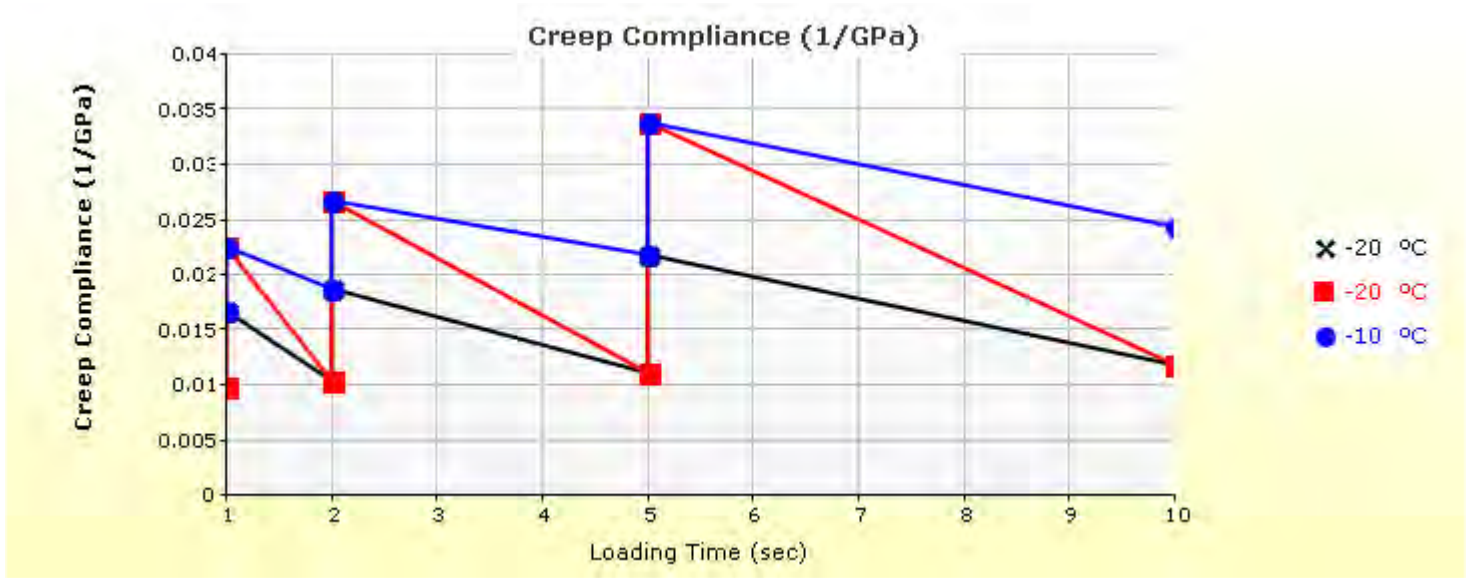
Structure - ICM Properties	
AC surface shortwave absorptivity	0.85

Layer Name	Layer Type	Interface Friction
Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a	Non-stabilized Base (4)	1.00
Layer 5 Subgrade : A-1-a	Subgrade (5)	1.00
Layer 6 Subgrade : A-7-5	Subgrade (5)	-

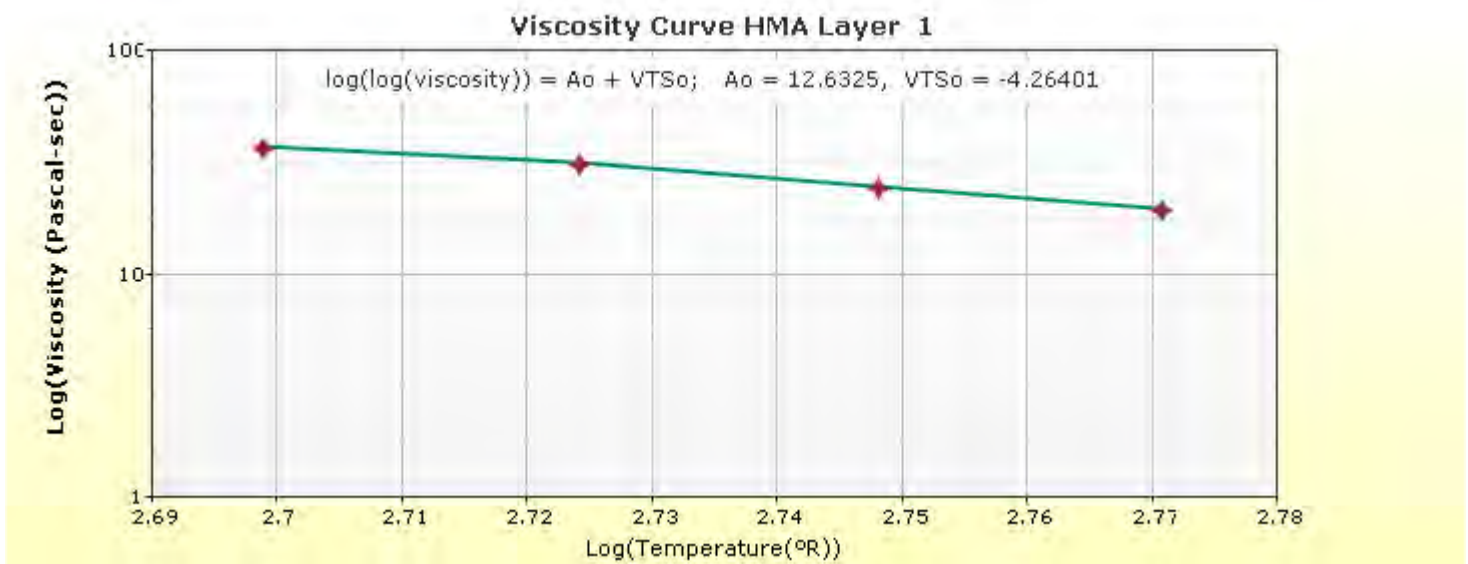
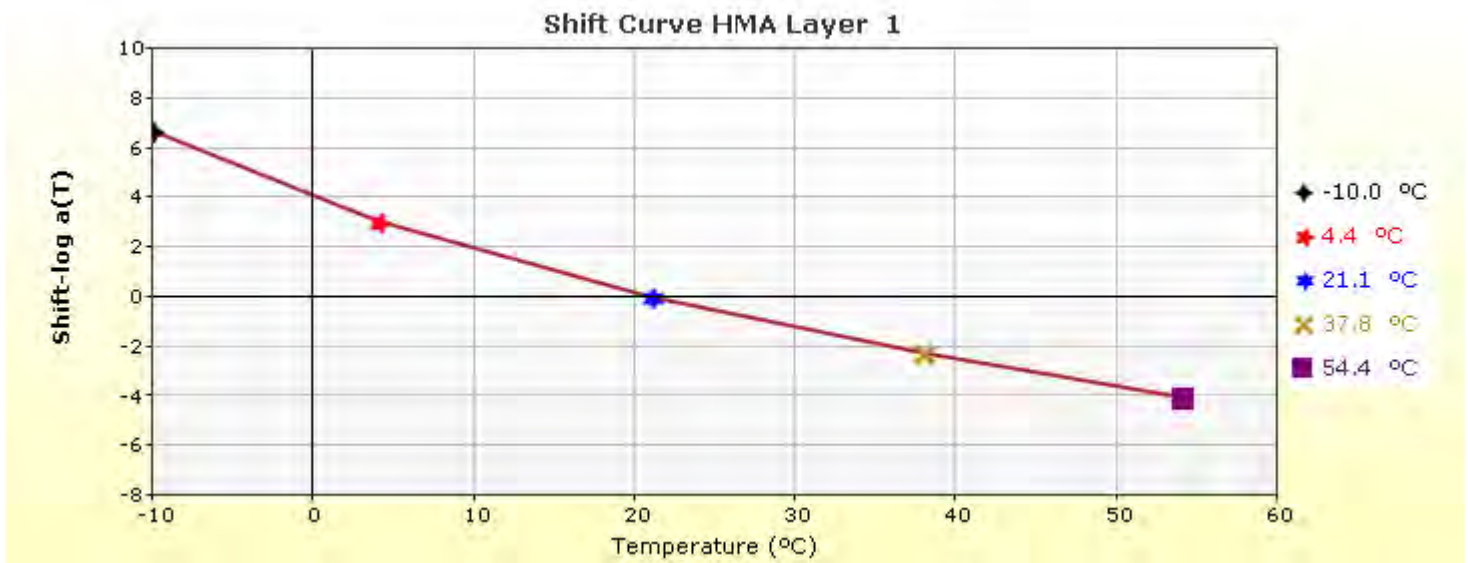
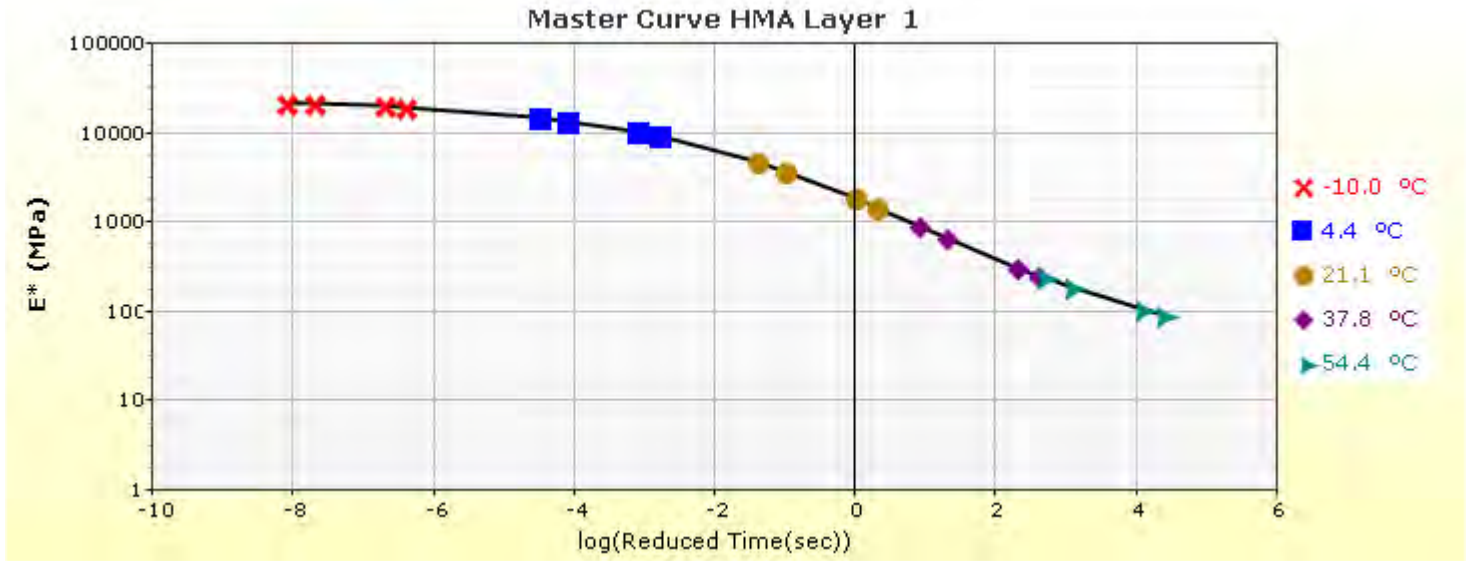
Thermal Cracking (Input Level: 3)

Indirect tensile strength at -10 °C (MPa)	2.50
Thermal Contraction	
Is thermal contraction calculated?	True
Mix coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	-
Aggregate coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	9.0e-006
Voids in Mineral Aggregate (%)	9.3

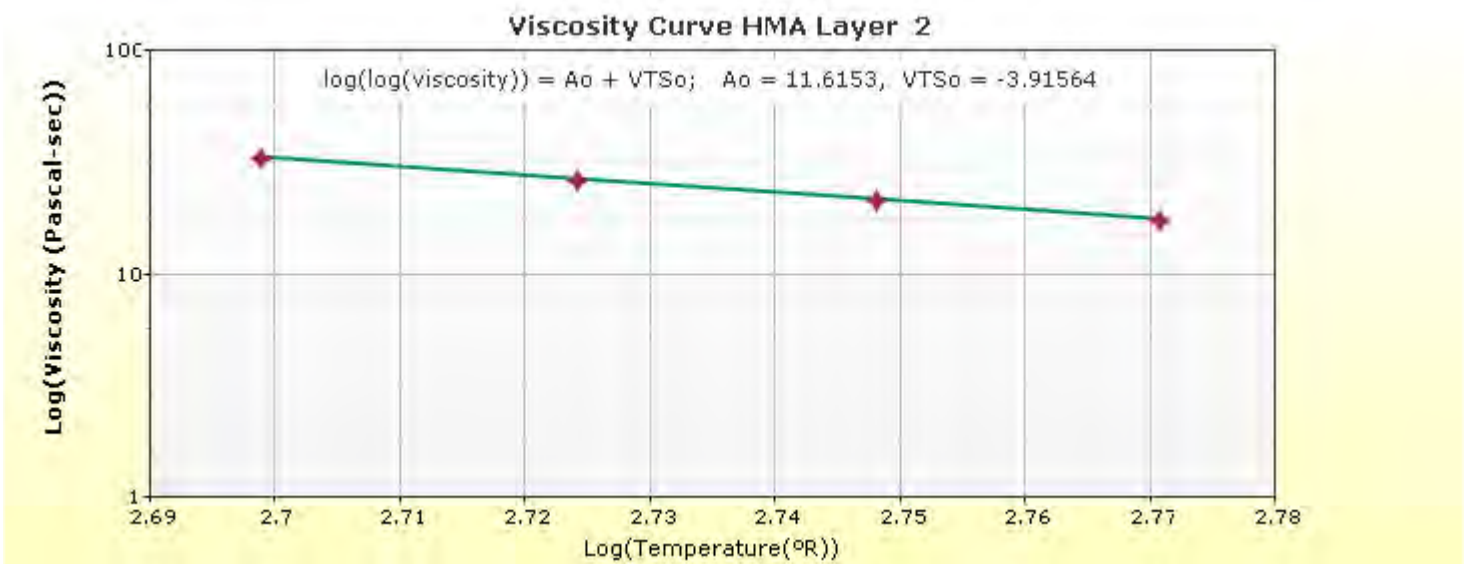
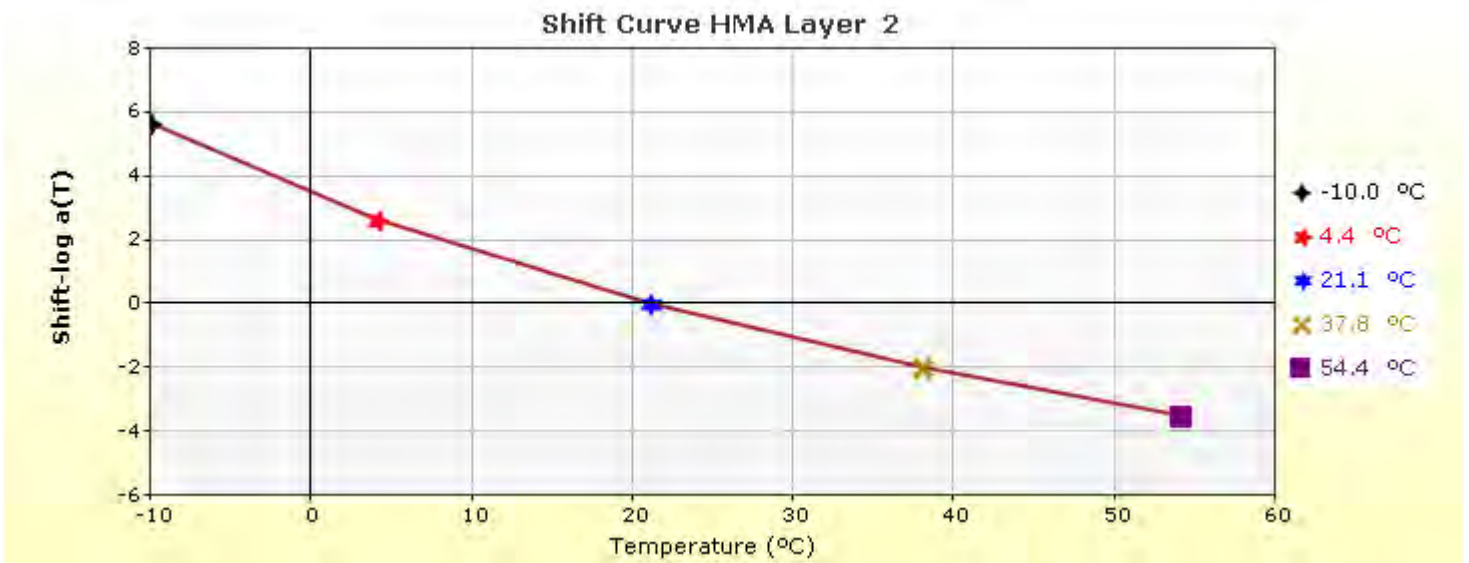
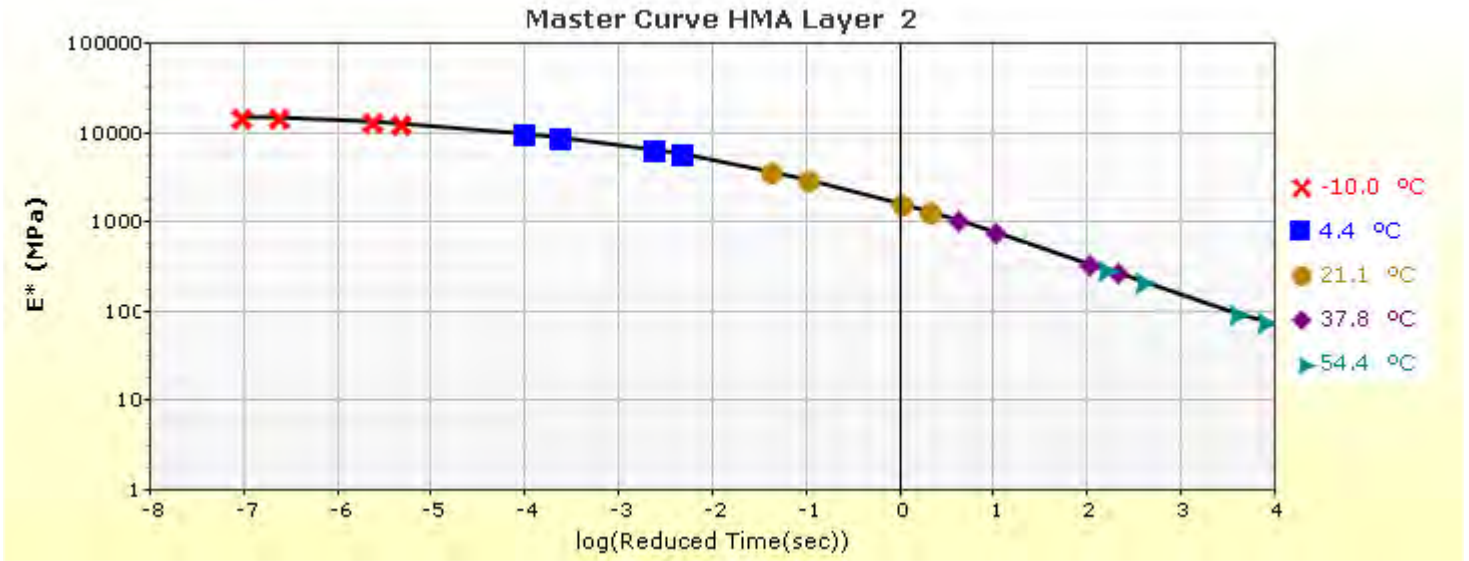
Loading time (sec)	Creep Compliance (1/GPa)		
	-20 °C	-20 °C	-10 °C
1	9.97e-003	9.97e-003	1.68e-002
1	1.68e-002	2.25e-002	2.25e-002
2	1.05e-002	1.05e-002	1.88e-002
2	1.88e-002	2.69e-002	2.69e-002
5	1.12e-002	1.12e-002	2.19e-002
5	2.19e-002	3.39e-002	3.39e-002
10	1.18e-002	1.18e-002	2.45e-002



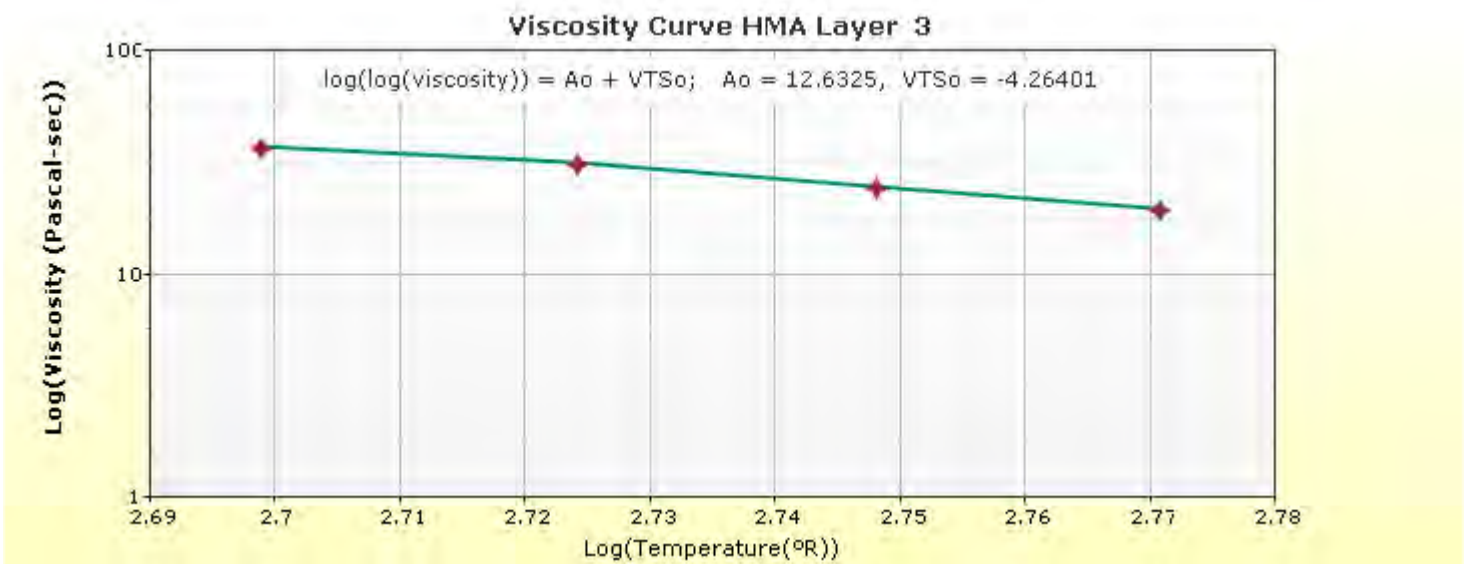
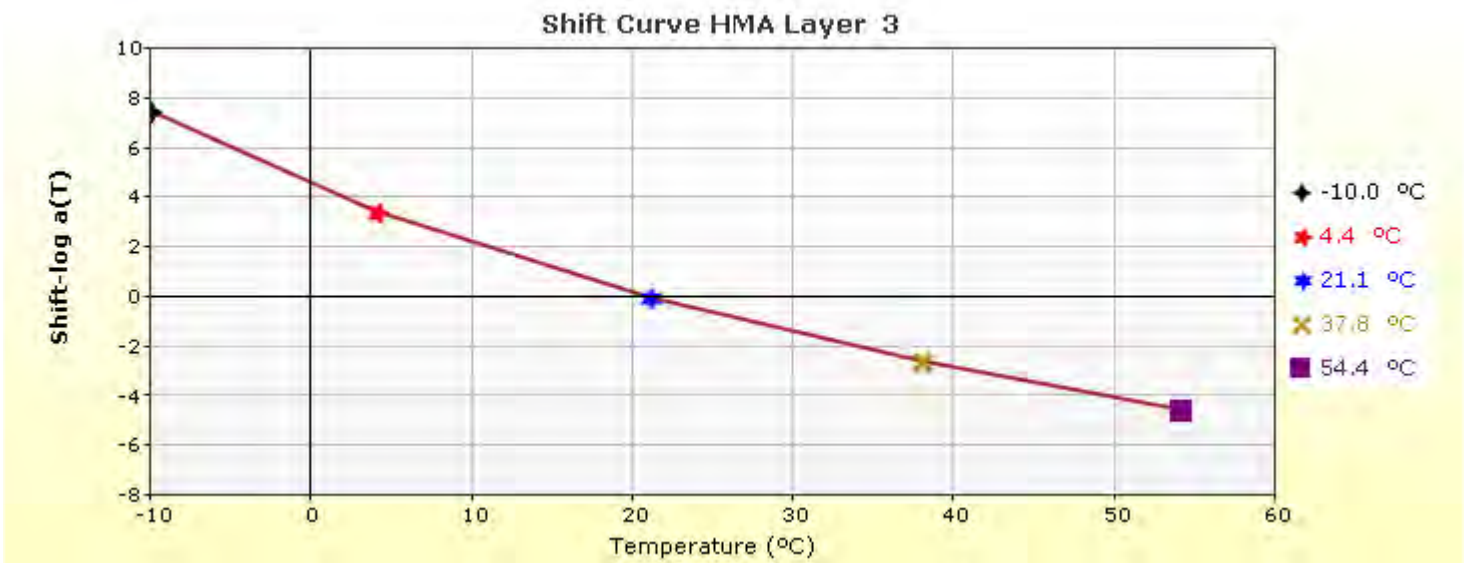
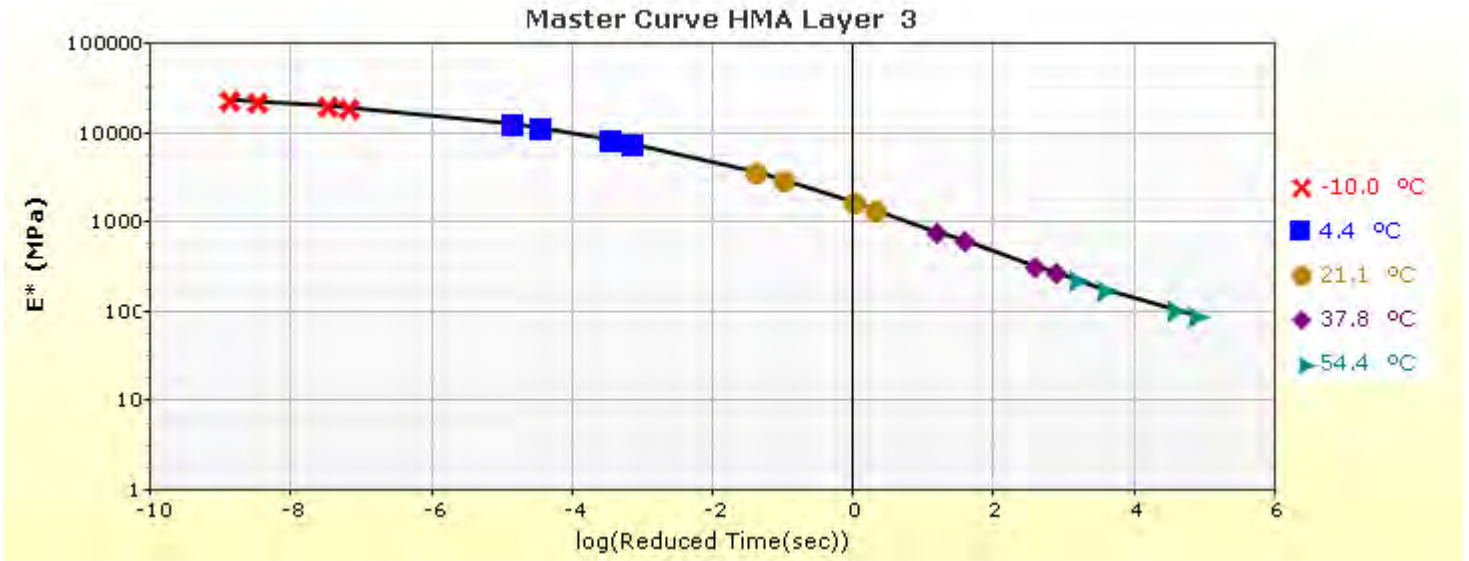
HMA Layer 1: Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete



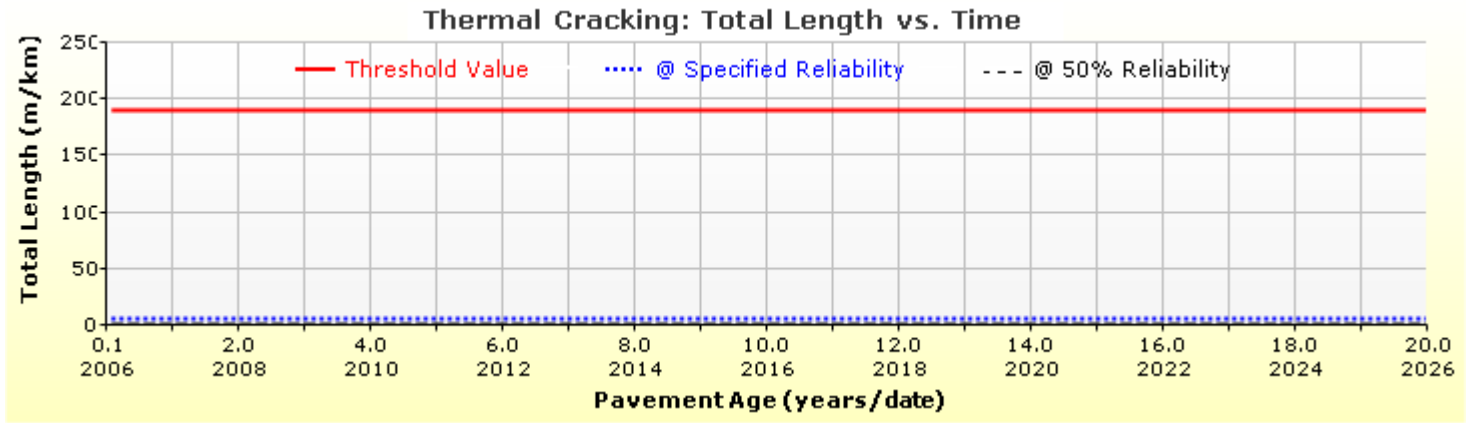
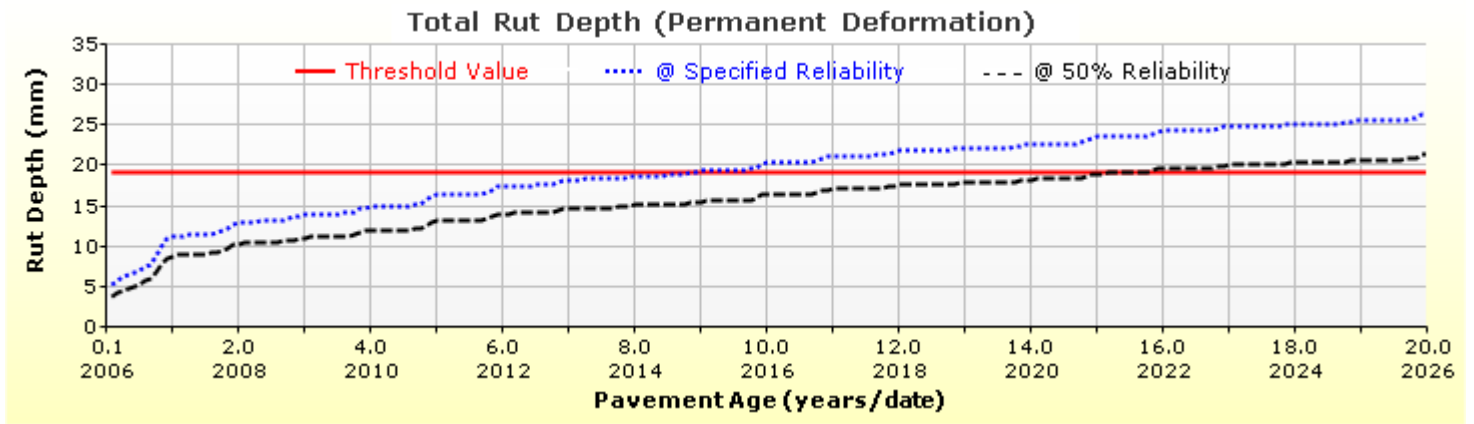
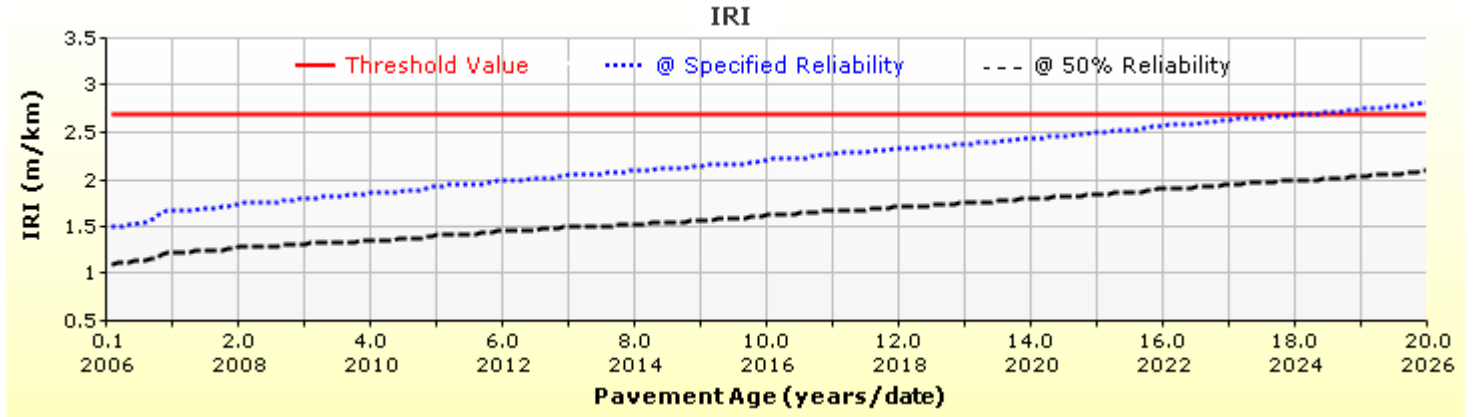
HMA Layer 2: Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

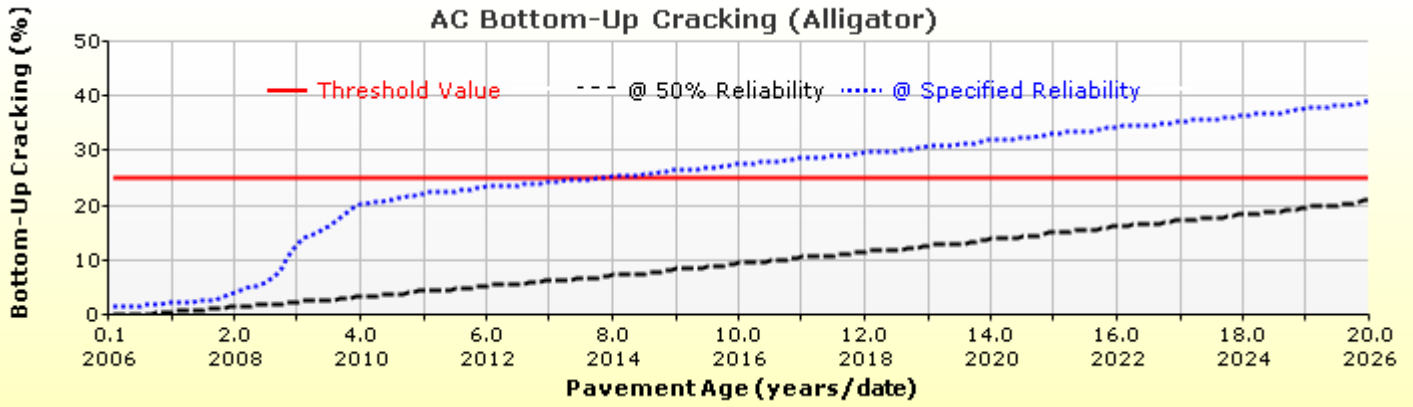
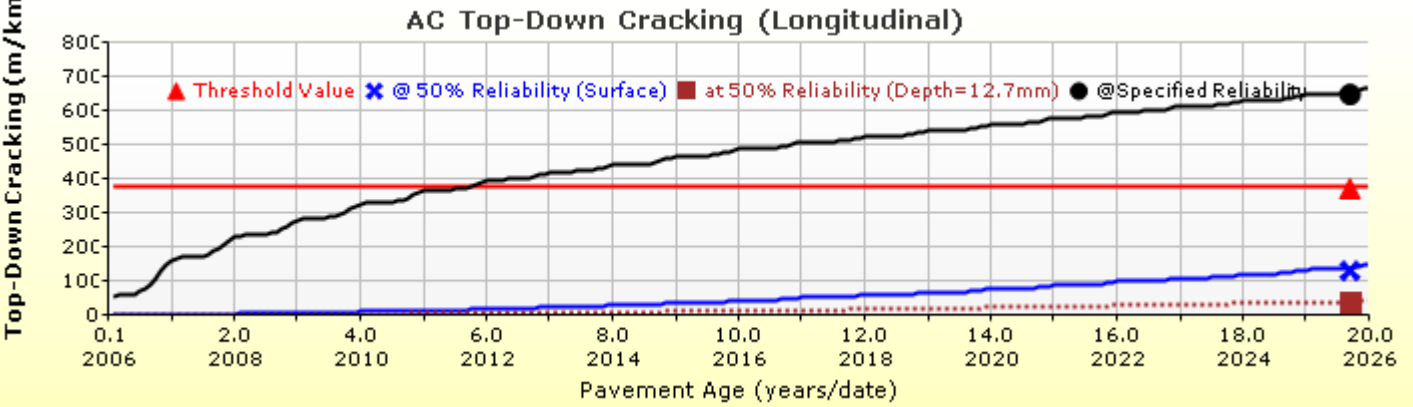
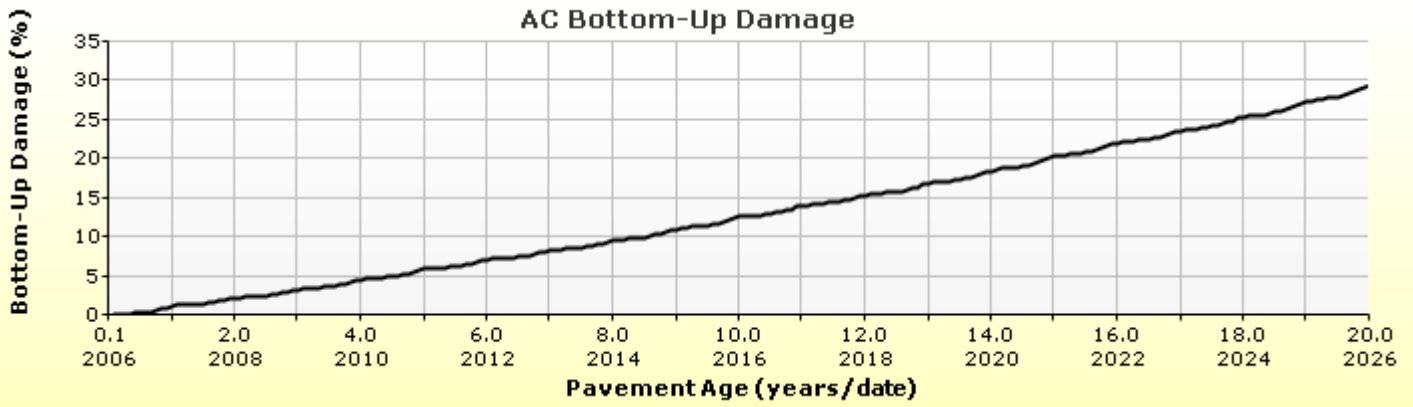
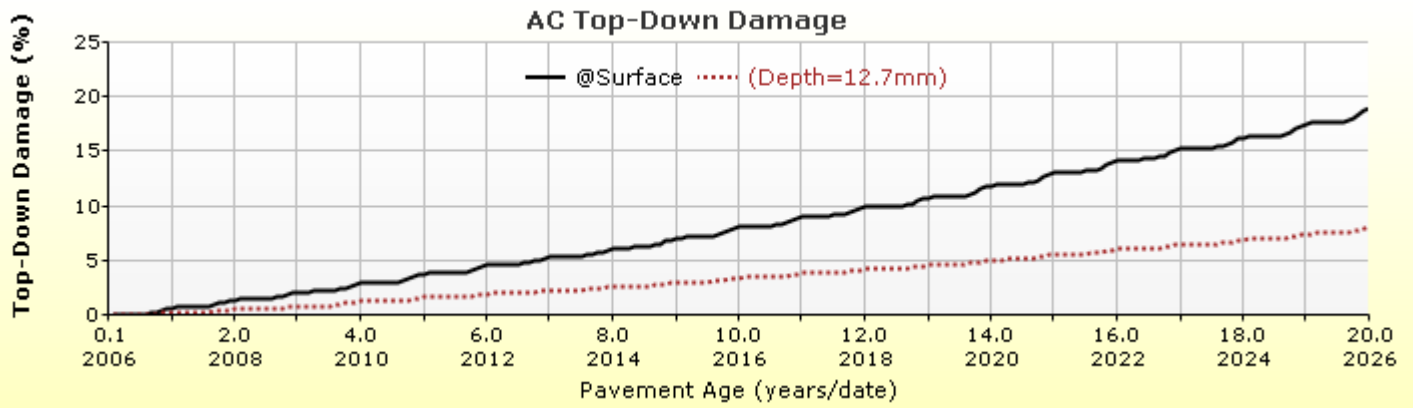


HMA Layer 3: Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete



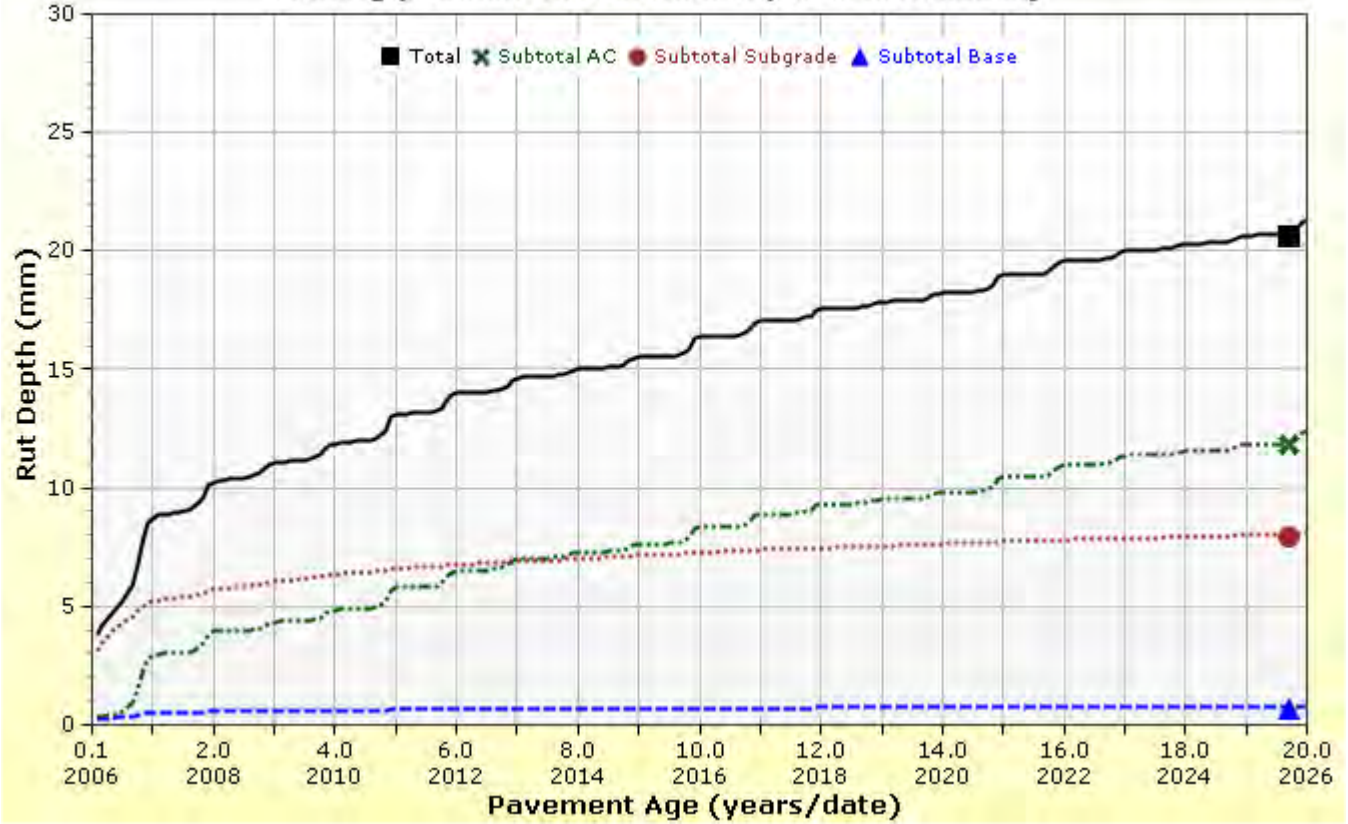
Analysis Output Charts

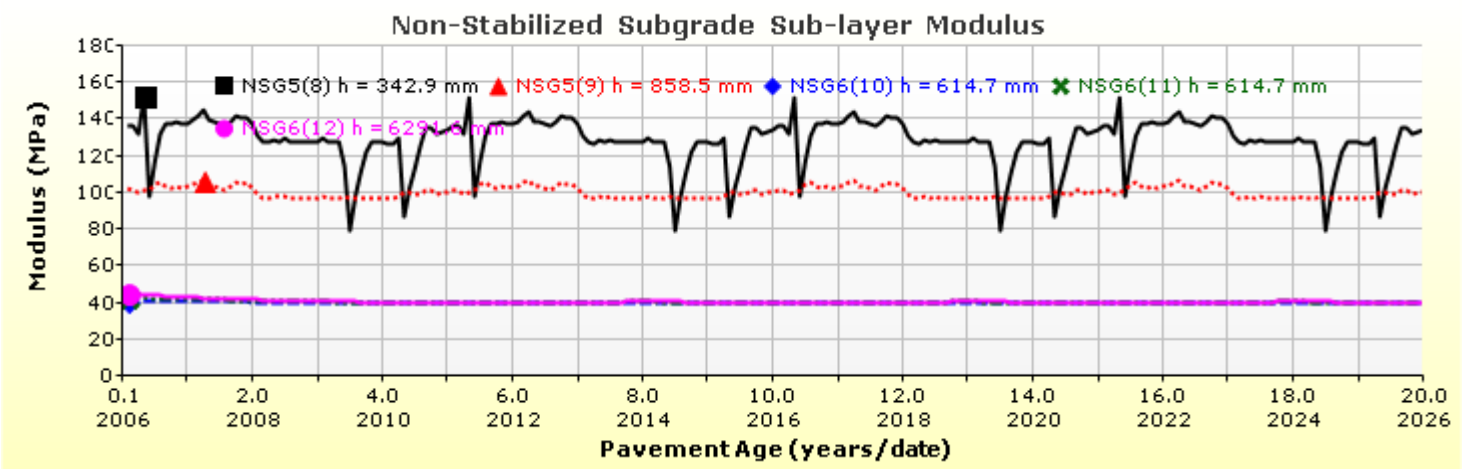
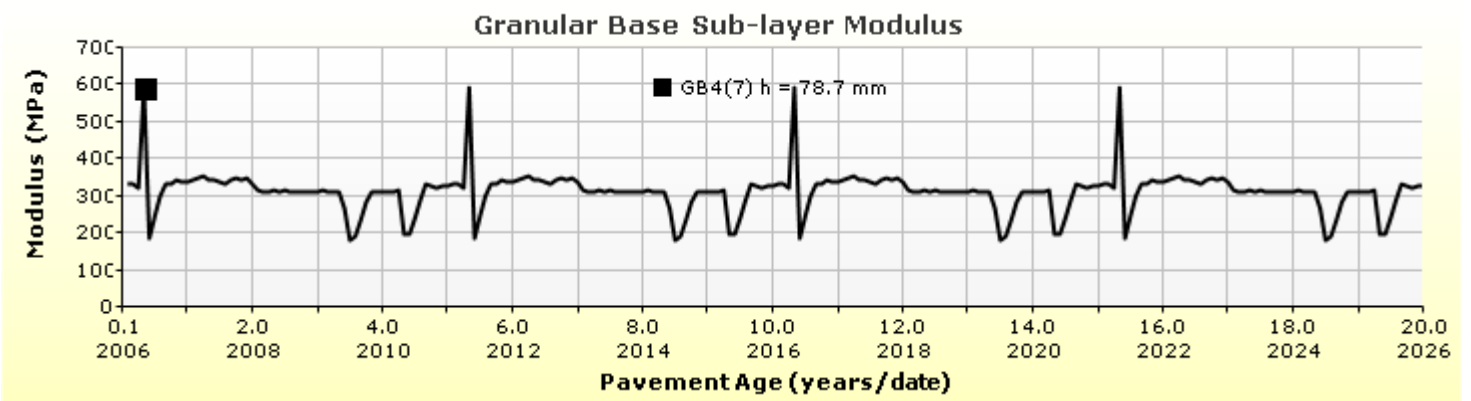
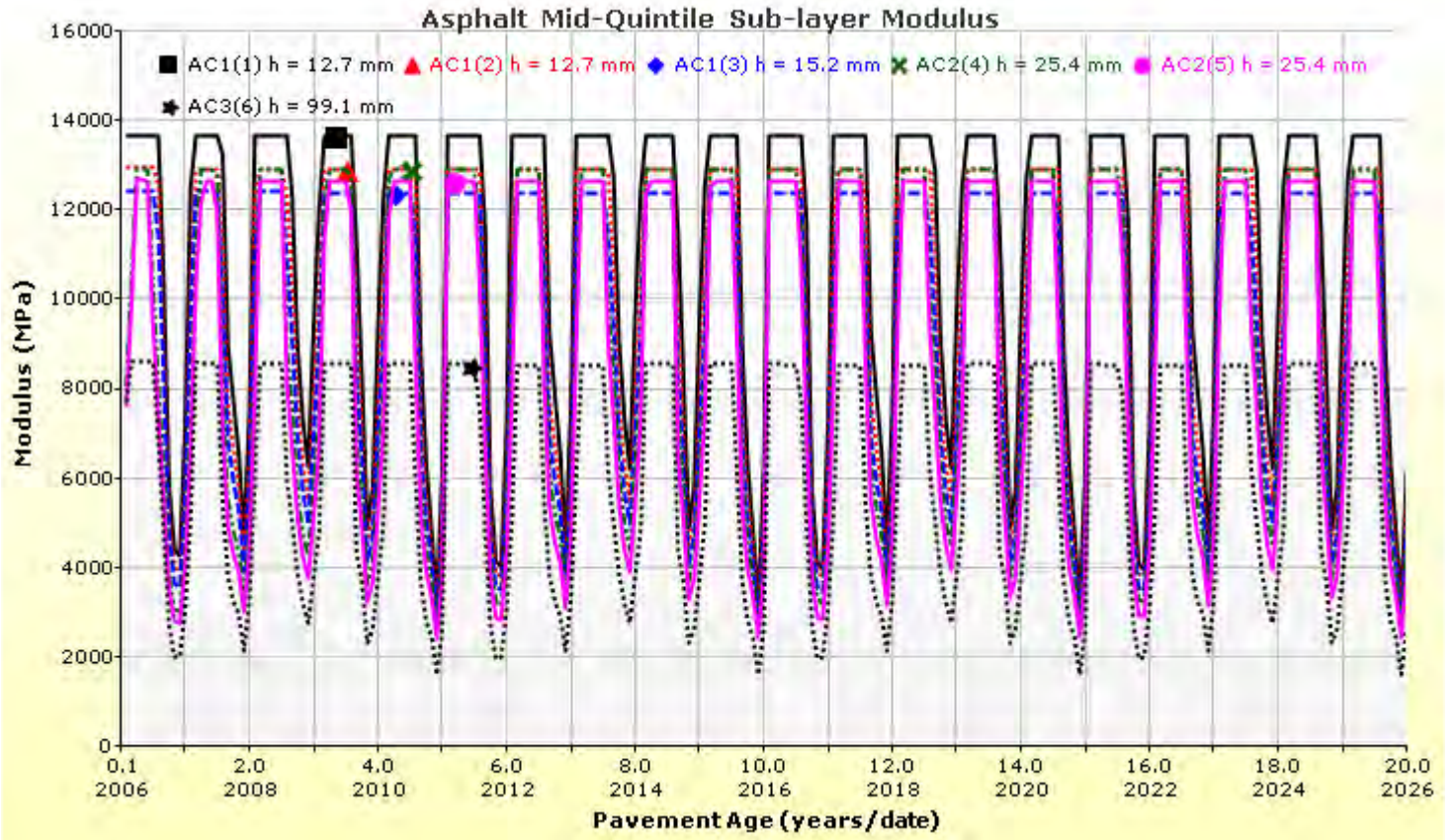






Rutting (Permanent Deformation) at 50% Reliability







Layer Information

Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	40.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	50.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	5.2
Air voids (%)	3.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt

Thickness (mm)	100.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	4.5
Air voids (%)	4.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a

Unbound	
Layer thickness (mm)	80.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)
275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	5.054e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 5 Subgrade : A-1-a****Unbound**

Layer thickness (mm)	1200.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default Material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	1.54e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 6 Subgrade : A-7-5****Unbound**

Layer thickness (mm)	Semi-infinite
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-7-5
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	57.0
Plasticity Index	24.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	1634.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	4.281e-06
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	20

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	125.3117
bf	0.5772
cf	0.1052
hr	500.0000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

Calibration Coefficients

AC Fatigue	
$N_f = 0.00432 * C * \beta_{f1} k_1 \left(\frac{1}{\epsilon_1}\right)^{k_2 \beta_{f2}} \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3 \beta_{f3}}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_a + V_b} - 0.69\right)$	k1: 0.007566
	k2: 3.9492
	k3: 1.281
	Bf1: 1
	Bf2: 1
	Bf3: 1

AC Rutting	
$\frac{\epsilon_p}{\epsilon_r} = k_z \beta_{r1} 10^{k_1 T} k_2 \beta_{r2} N^{k_3 \beta_{r3}}$ $k_z = (C_1 + C_2 * depth) * 0.328196^{depth}$ $C_1 = -0.1039 * H_a^2 + 2.4868 * H_a - 17.342$ $C_2 = 0.0172 * H_a^2 - 1.7331 * H_a + 27.428$ <p>Where: H_{ac} = total AC thickness(in)</p>	ϵ_p = plastic strain(in/in) ϵ_r = resilient strain(in/in) T = layer temperature(°F) N = number of load repetitions
AC Rutting Standard Deviation	0.24*Pow(RUT,0.8026)+0.001
AC Layer	K1:-3.35412 K2:1.5606 K3:0.4791 Br1:1 Br2:1 Br3:1

Thermal Fracture	
$C_f = 400 * N \left(\frac{\log C / h_{ac}}{\sigma}\right)$ $\Delta C = (k * \beta t)^{n+1} * A * \Delta K^n$ $A = 10^{(4.389 - 2.52 * \log(E * \sigma_m * n))}$	C_f = observed amount of thermal cracking(ft/500ft) k = refression coefficient determined through field calibration $N()$ = standard normal distribution evaluated at() σ = standard deviation of the log of the depth of cracks in the pavments C = crack depth(in) h_{ac} = thickness of asphalt layer(in) ΔC = Change in the crack depth due to a cooling cycle ΔK = Change in the stress intensity factor due to a cooling cycle A, n = Fracture parameters for the asphalt mixture E = mixture stiffness σ_m = Undamaged mixture tensile strength β_t = Calibration parameter
Level 1 K: 1.5	Level 1 Standard Deviation: 0.1468 * THERMAL + 65.027
Level 2 K: 0.5	Level 2 Standard Deviation: 0.2841 * THERMAL + 55.462
Level 3 K: 1.5	Level 3 Standard Deviation: 0.3972 * THERMAL + 20.422

CSM Fatigue	
$N_f = 10^{\left(\frac{k_1 \beta_{c1} \left(\frac{\sigma_s}{M_r}\right)}{k_2 \beta_{c2}}\right)}$	N_f = number of repetitions to fatigue cracking σ_s = Tensile stress(psi) M_r = modulus of rupture(psi)
k1: 1	k2: 1 Bc1: 1 Bc2:1



Subgrade Rutting			
$\delta_a(N) = \beta_{s_1} k_1 \varepsilon_v h \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) \left e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \right $		δ_a = permanent deformation for the layer N = number of repetitions ε_v = average vertical strain(in/in) $\varepsilon_0, \beta, \rho$ = material properties ε_r = resilient strain(in/in)	
Granular		Fine	
k1: 2.03	Bs1: 1	k1: 1.35	Bs1: 1
Standard Deviation (BASERUT) 0.1477*Pow(BASERUT,0.6711)+0.001		Standard Deviation (BASERUT) 0.1235*Pow(SUBRUT,0.5012)+0.001	

AC Cracking			
AC Top Down Cracking		AC Bottom Up Cracking	
$FC_{top} = \left(\frac{C_4}{1 + e^{(C_1 - C_2 * \log_{10}(Damage))}} \right) * 10.56$		$FC = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C'_1 + C_2 * C'_2 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$	
		$C'_2 = -2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$	
		$C'_1 = -2 * C'_2$	
c1: 7	c2: 3.5	c3: 0	c4: 1000
c1: 1	c2: 1	c3: 6000	
AC Cracking Top Standard Deviation		AC Cracking Bottom Standard Deviation	
200 + 2300/(1+exp(1.072-2.1654*LOG10(TOP+0.0001)))		1.13+13/(1+exp(7.57-15.5*LOG10(BOTTOM+0.0001)))	

CSM Cracking				IRI Flexible Pavements			
$FC_{ctb} = C_1 + \frac{C_2}{1 + e^{C_3 - C_4(Damage)}}$				C1 - Rutting		C3 - Transverse Crack	
				C2 - Fatigue Crack		C4 - Site Factors	
C1: 1	C2: 1	C3: 0	C4: 1000	C1: 40	C2: 0.4	C3: 0.008	C4: 0.015
CSM Standard Deviation							
CTB*1							



Design Inputs

Design Life: 20 years Base construction: June, 2004 Climate Data Sources (Lat/Lon)
 Design Type: Flexible Pavement Pavement construction: September, 2006
 Traffic opening: October, 2006

Design Structure

Layer type	Material Type	Thickness(mm)
Flexible	Default asphalt concrete	40.0
Flexible	Default asphalt concrete	50.0
Flexible	Default asphalt concrete	100.0
NonStabilized	A-1-a	80.0
Subgrade	A-1-a	1200.0
Subgrade	A-7-5	Semi-infinite

Volumetric at Construction:

Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3.0

Traffic

Age (year)	Heavy Trucks (cumulative)
2006 (initial)	1,936
2016 (10 years)	4,090,720
2026 (20 years)	9,696,000

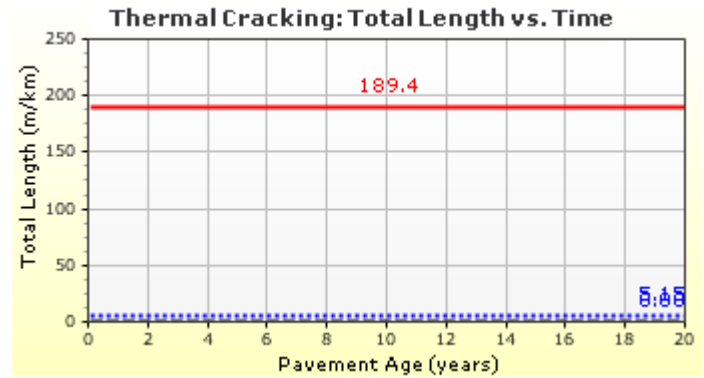
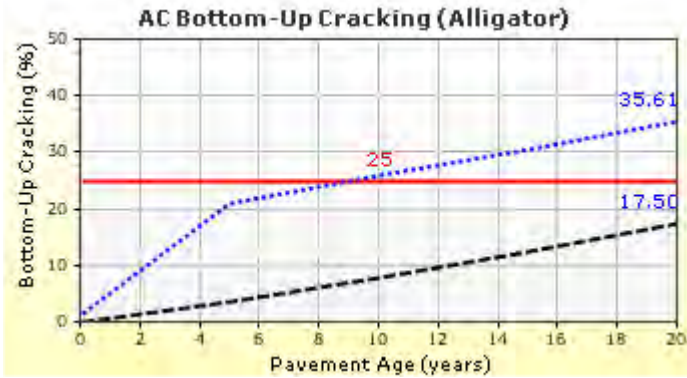
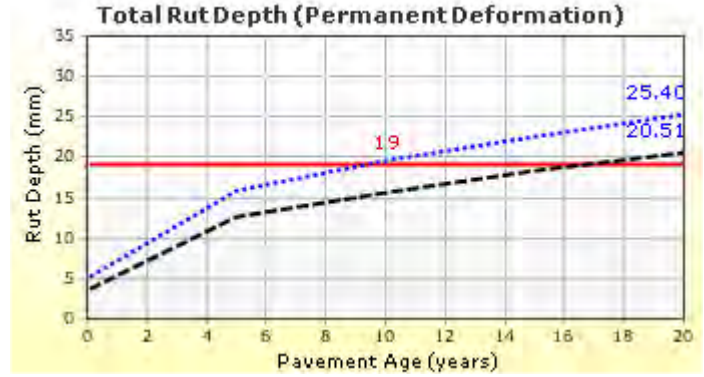
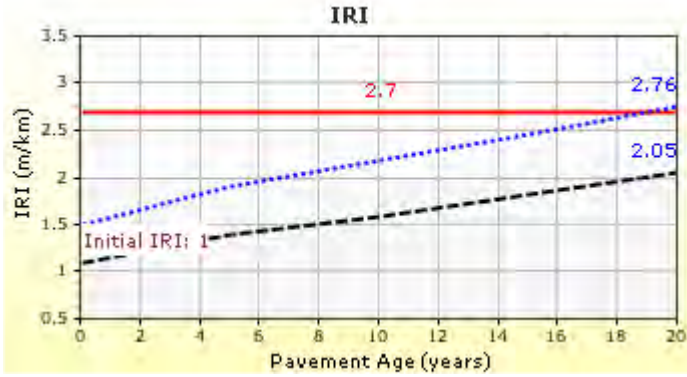
Design Outputs

Distress Prediction Summary

Distress Type	Distress @ Specified Reliability		Reliability (%)		Criterion Satisfied?
	Target	Predicted	Target	Achieved	
Terminal IRI (m/km)	2.70	2.76	90.00	87.84	Fail
Permanent deformation - total pavement (mm)	19.00	25.39	90.00	34.60	Fail
AC bottom-up fatigue cracking (percent)	25.00	35.61	90.00	70.22	Fail
AC thermal cracking (m/km)	189.40	5.15	90.00	100.00	Pass
AC top-down fatigue cracking (m/km)	378.80	602.18	90.00	76.11	Fail
Permanent deformation - AC only (mm)	6.00	16.25	90.00	3.79	Fail



Distress Charts



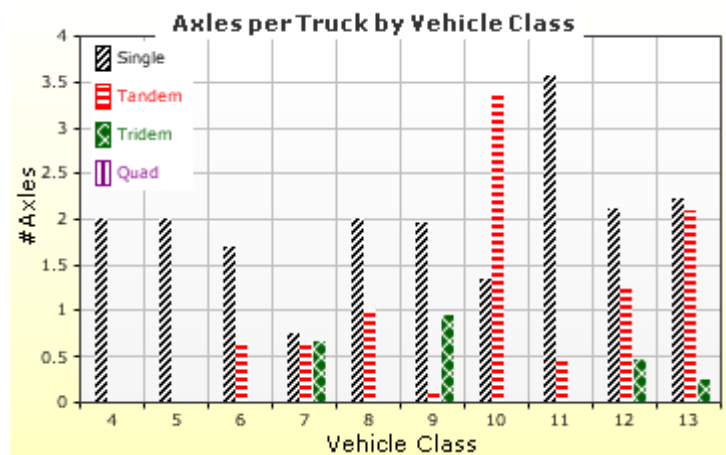
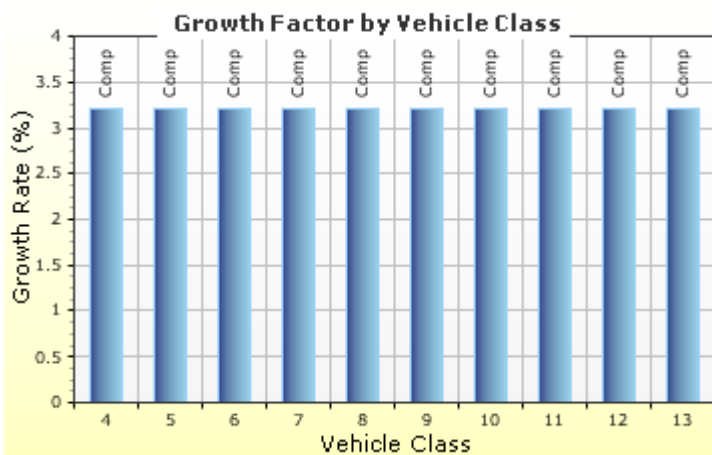
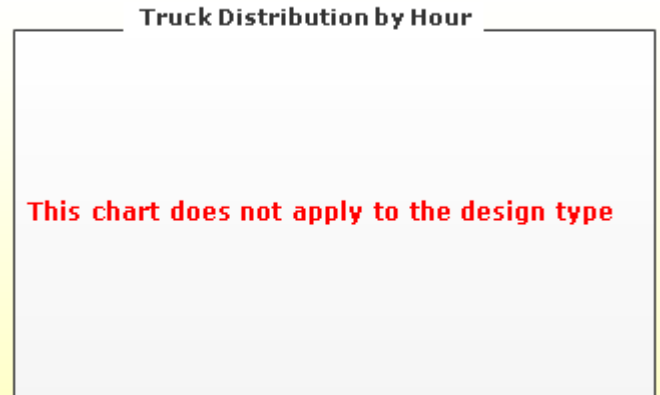
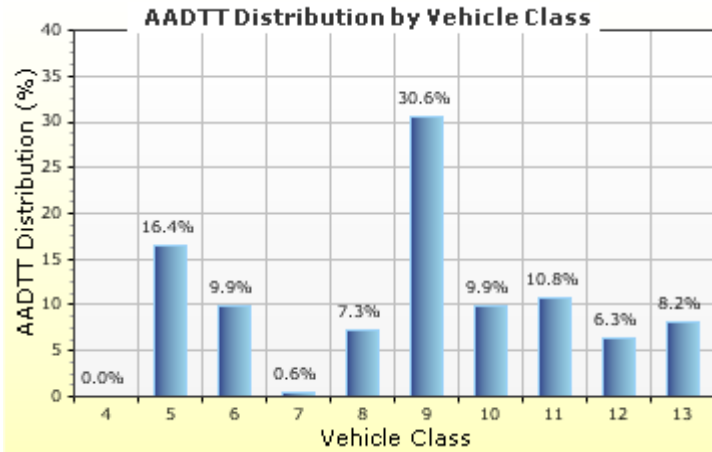
— Threshold Value @ Specified Reliability - - - @ 50% Reliability

Traffic Inputs

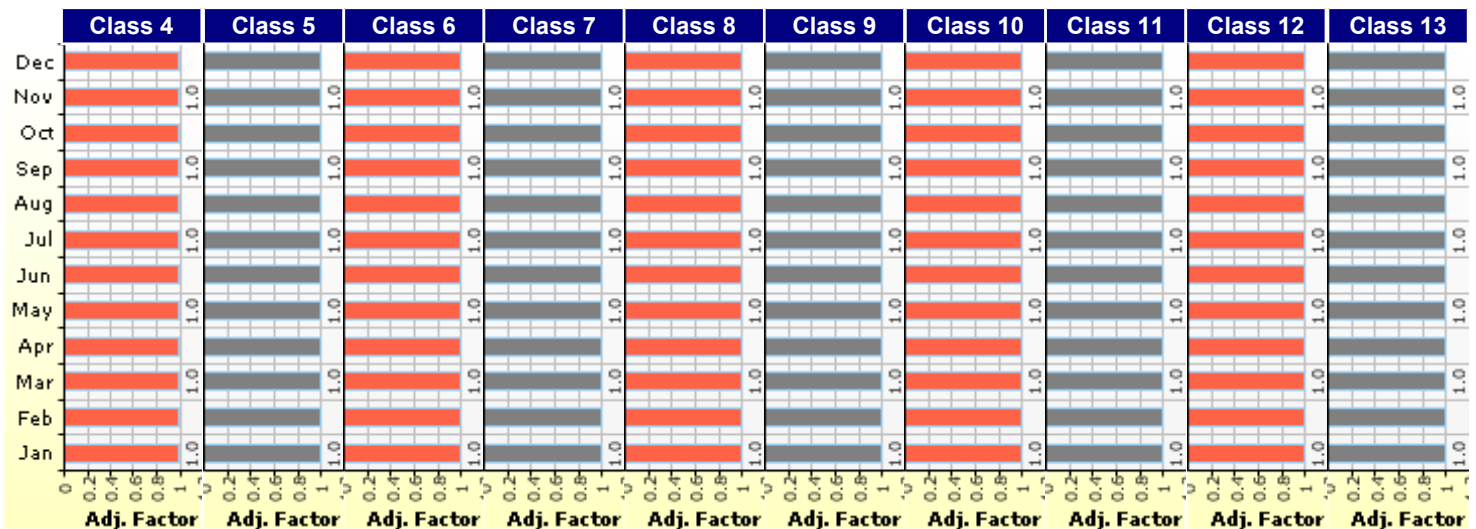
Graphical Representation of Traffic Inputs

Initial two-way AADTT: **1,936**
 Number of lanes in design direction: **1**

Percent of trucks in design direction (%): **50.0**
 Percent of trucks in design lane (%): **100.0**
 Operational speed (kph): **89.1**



Traffic Volume Monthly Adjustment Factors





Tabular Representation of Traffic Inputs

Volume Monthly Adjustment Factors Level 3: Default MAF

Month	Vehicle Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
January	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
February	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
March	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
April	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
May	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
June	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
July	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
August	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
September	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
October	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
November	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
December	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Distributions by Vehicle Class

Vehicle Class	AADTT Distribution (%) (Level 3)	Growth Factor	
		Rate (%)	Function
Class 4	0%	3.2%	Compound
Class 5	16.4%	3.2%	Compound
Class 6	9.9%	3.2%	Compound
Class 7	0.6%	3.2%	Compound
Class 8	7.3%	3.2%	Compound
Class 9	30.6%	3.2%	Compound
Class 10	9.9%	3.2%	Compound
Class 11	10.8%	3.2%	Compound
Class 12	6.3%	3.2%	Compound
Class 13	8.2%	3.2%	Compound

Truck Distribution by Hour does not apply

Axle Configuration

Traffic Wander	
Mean wheel location (mm)	460.0
Traffic wander standard deviation (mm)	254.0
Design lane width (m)	3.7

Axle Configuration	
Average axle width (m)	2.6
Dual tire spacing (mm)	305.0
Tire pressure (kPa)	827.4

Average Axle Spacing	
Tandem axle spacing (m)	1.3
Tridem axle spacing (m)	1.3
Quad axle spacing (m)	1.3

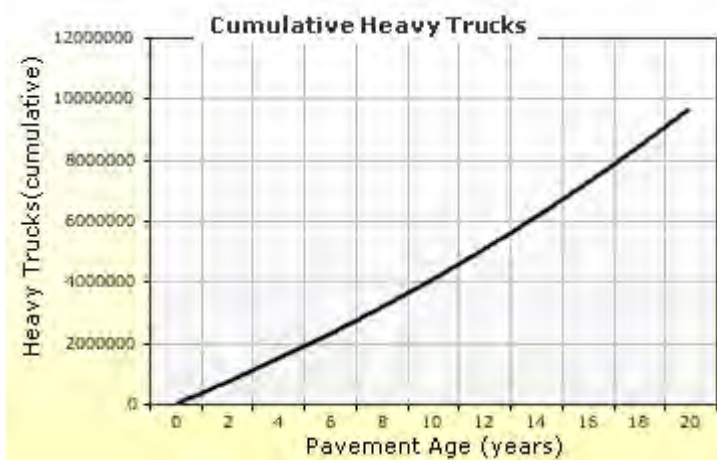
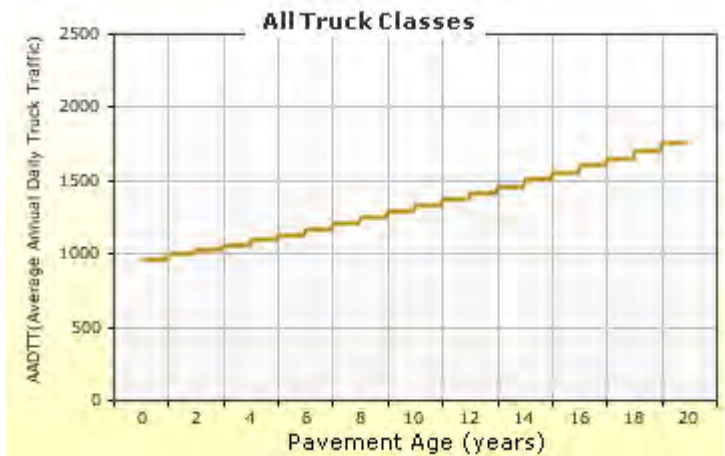
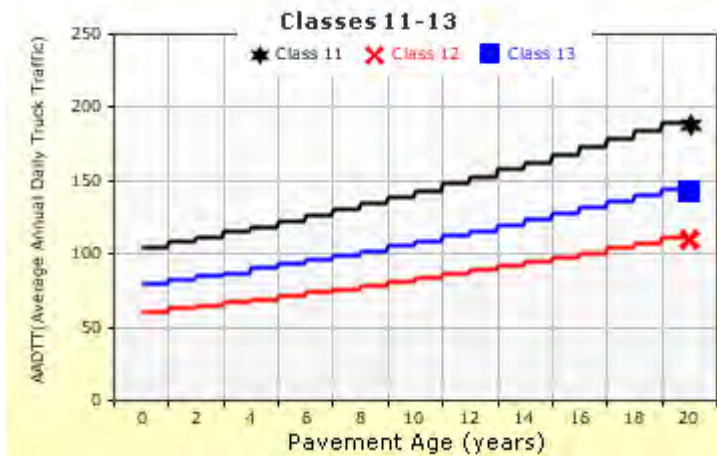
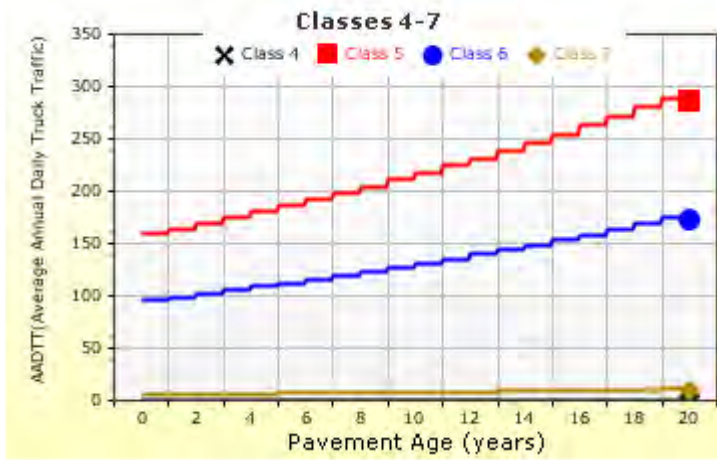
Wheelbase does not apply

Number of Axles per Truck

Vehicle Class	Single Axle	Tandem Axle	Tridem Axle	Quad Axle
Class 4	2	0	0	0
Class 5	2	0	0	0
Class 6	1.7	0.65	0	0
Class 7	0.76	0.64	0.66	0
Class 8	2	1	0	0
Class 9	1.96	0.09	0.96	0
Class 10	1.33	3.34	0	0
Class 11	3.56	0.45	0	0
Class 12	2.12	1.24	0.47	0
Class 13	2.23	2.09	0.25	0

AADTT (Average Annual Daily Truck Traffic) Growth

* Traffic cap is not enforced





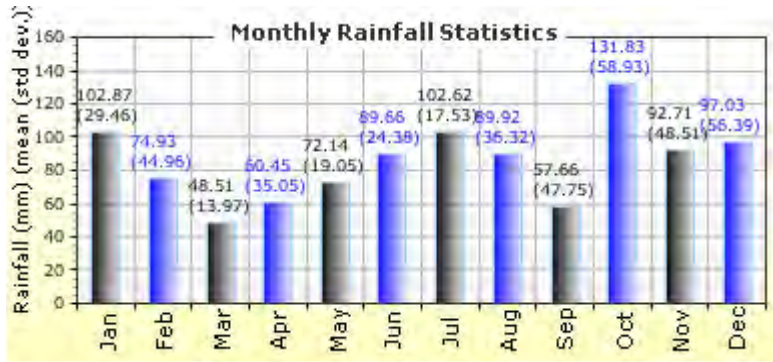
Climate Inputs

Climate Data Sources:

Climate Station Cities: Location (lat lon elevation(m))
no information

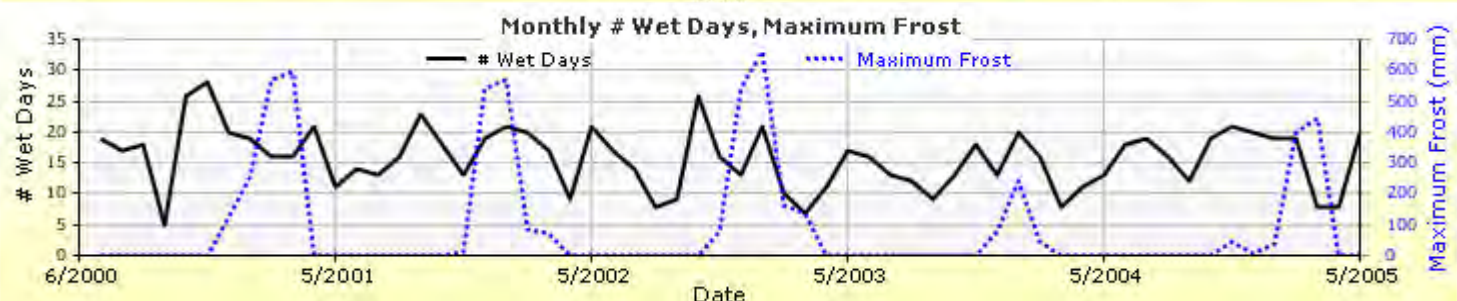
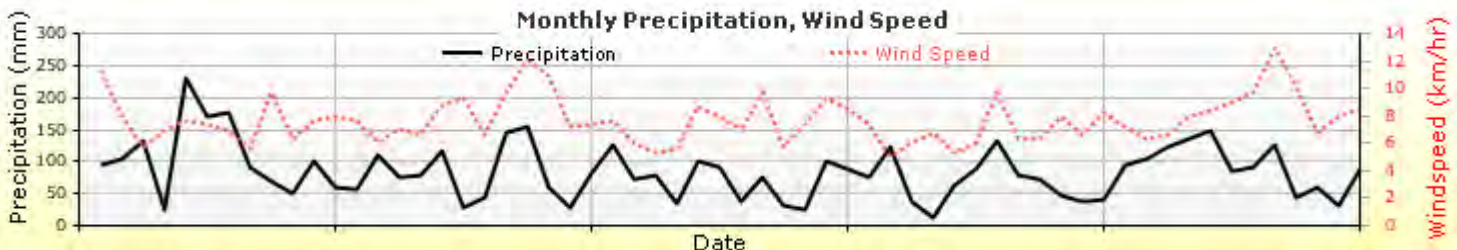
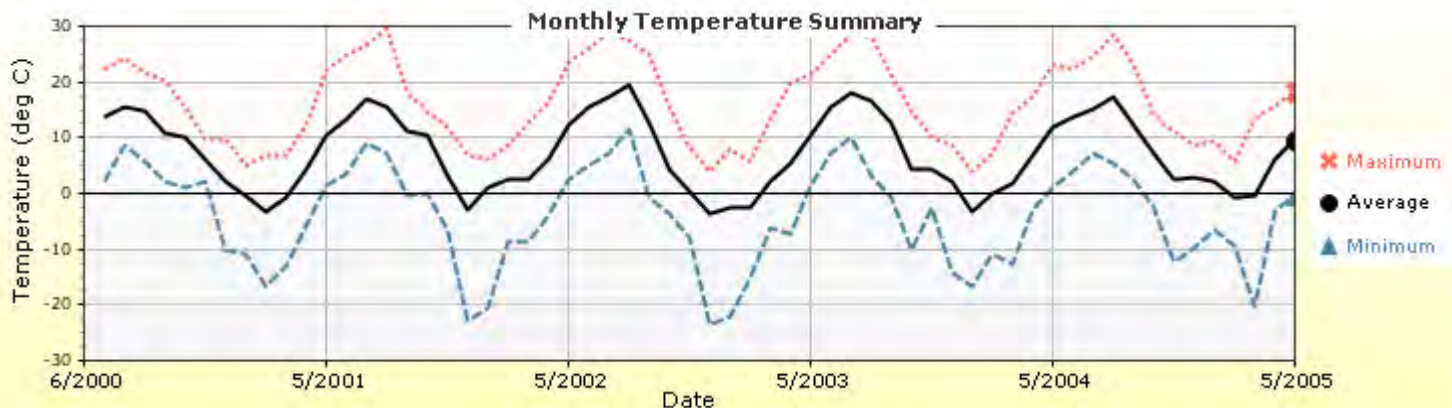
Annual Statistics:

Mean annual air temperature (°C) 7.29
 Mean annual precipitation (mm) 1020.32
 Freezing index (°C - days) 137.3555555
 55556
 Average annual number of freeze/thaw cycles: 63.57



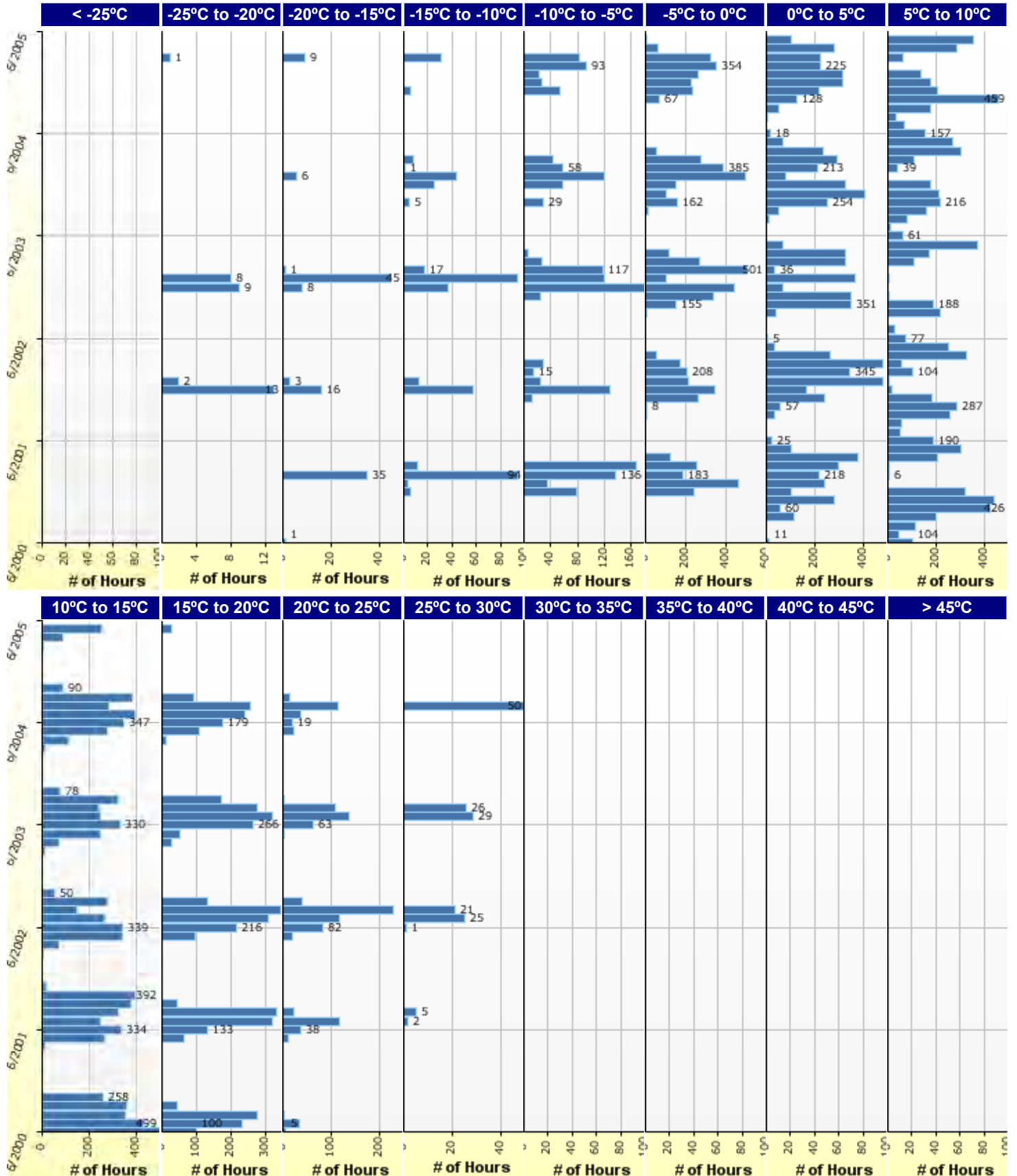
Water table depth (m) 7.20

Monthly Climate Summary:





Hourly Air Temperature Distribution by Month:





Design Properties

HMA Design Properties

Use Multilayer Rutting Model	False
Using G* based model (not nationally calibrated)	False
Is NCHRP 1-37A HMA Rutting Model Coefficients	True
Endurance Limit	-
Use Reflective Cracking	True

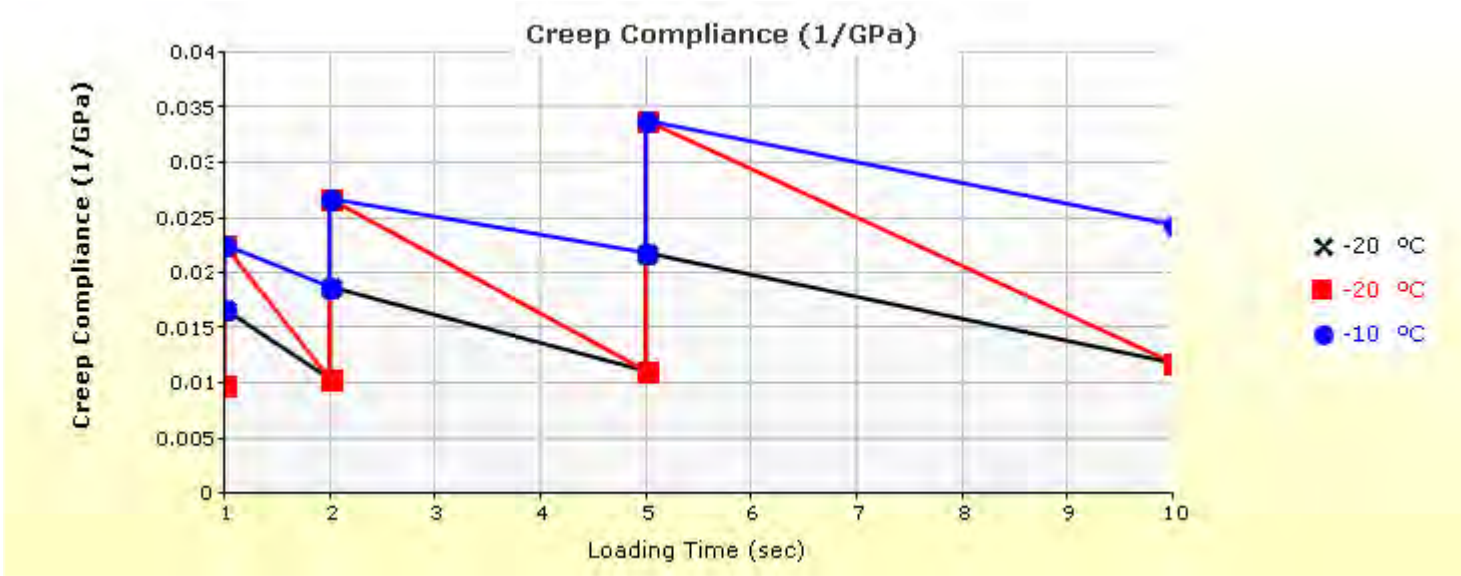
Structure - ICM Properties	
AC surface shortwave absorptivity	0.85

Layer Name	Layer Type	Interface Friction
Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete	Flexible (1)	1.00
Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a	Non-stabilized Base (4)	1.00
Layer 5 Subgrade : A-1-a	Subgrade (5)	1.00
Layer 6 Subgrade : A-7-5	Subgrade (5)	-

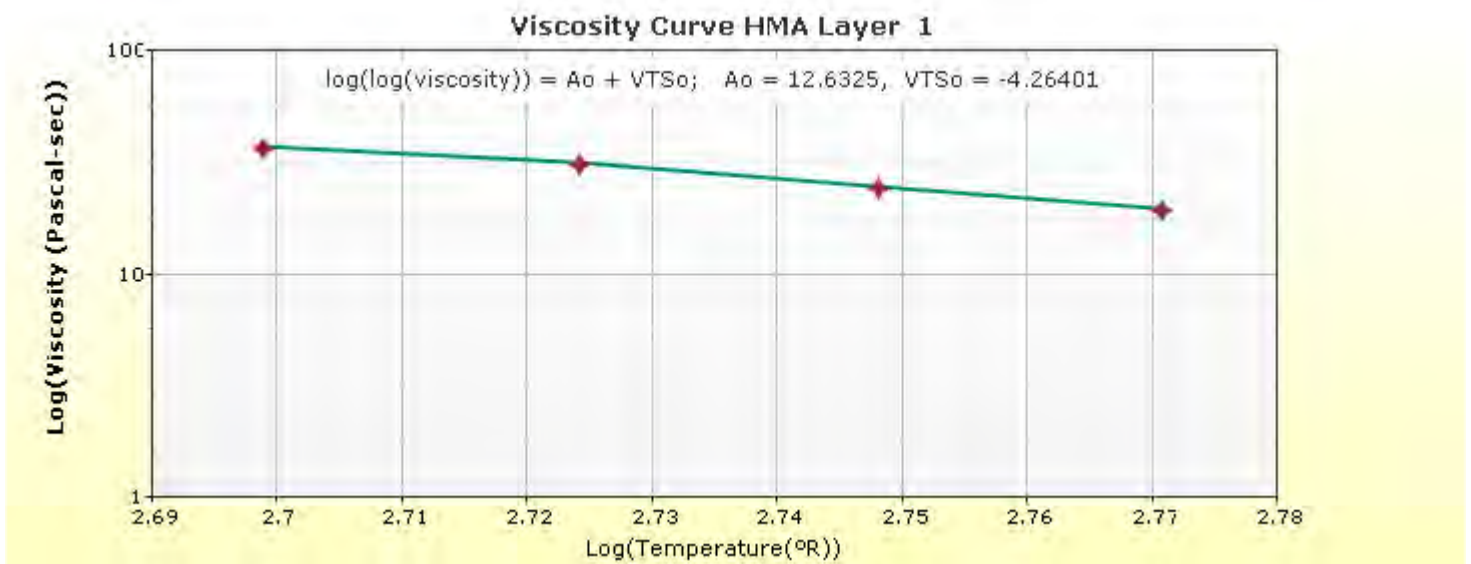
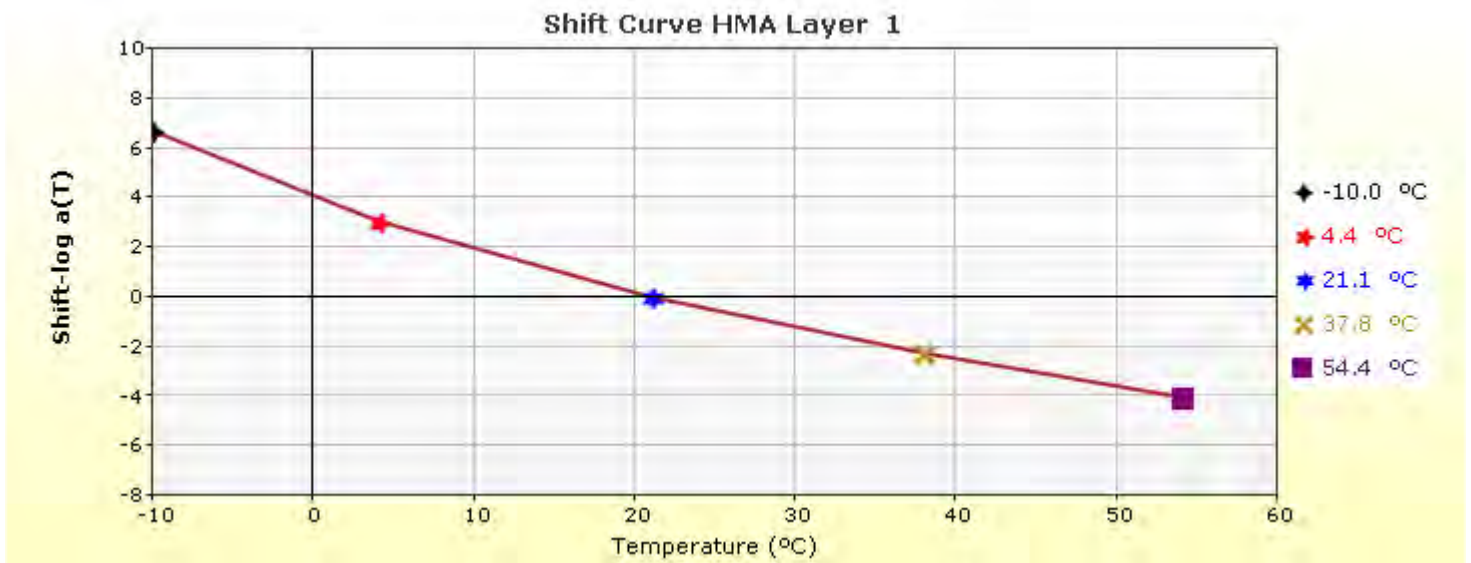
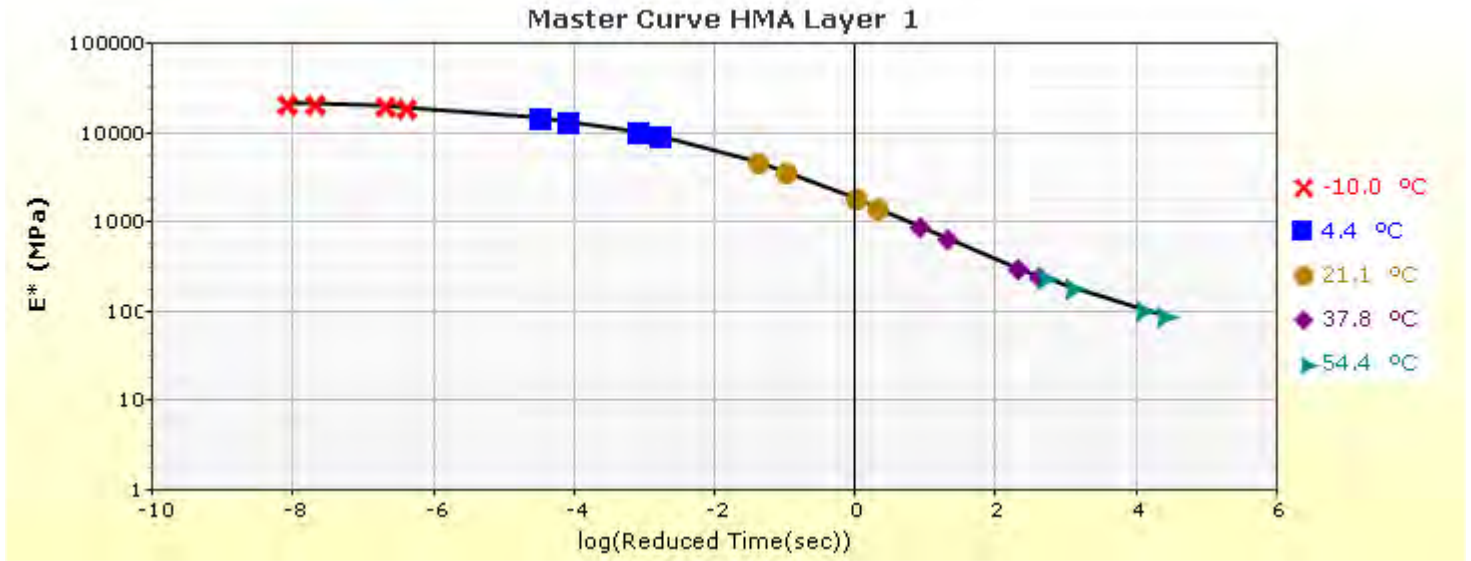
Thermal Cracking (Input Level: 3)

Indirect tensile strength at -10 °C (MPa)	2.50
Thermal Contraction	
Is thermal contraction calculated?	True
Mix coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	-
Aggregate coefficient of thermal contraction (mm/mm/°C)	9.0e-006
Voids in Mineral Aggregate (%)	9.3

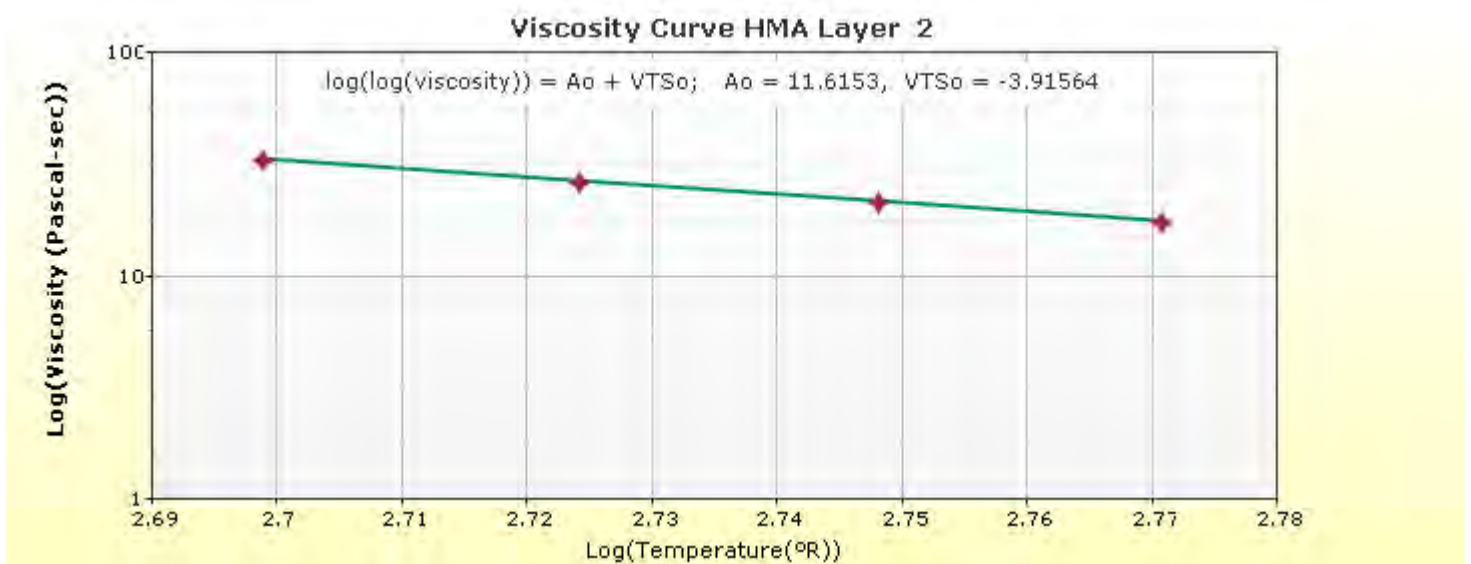
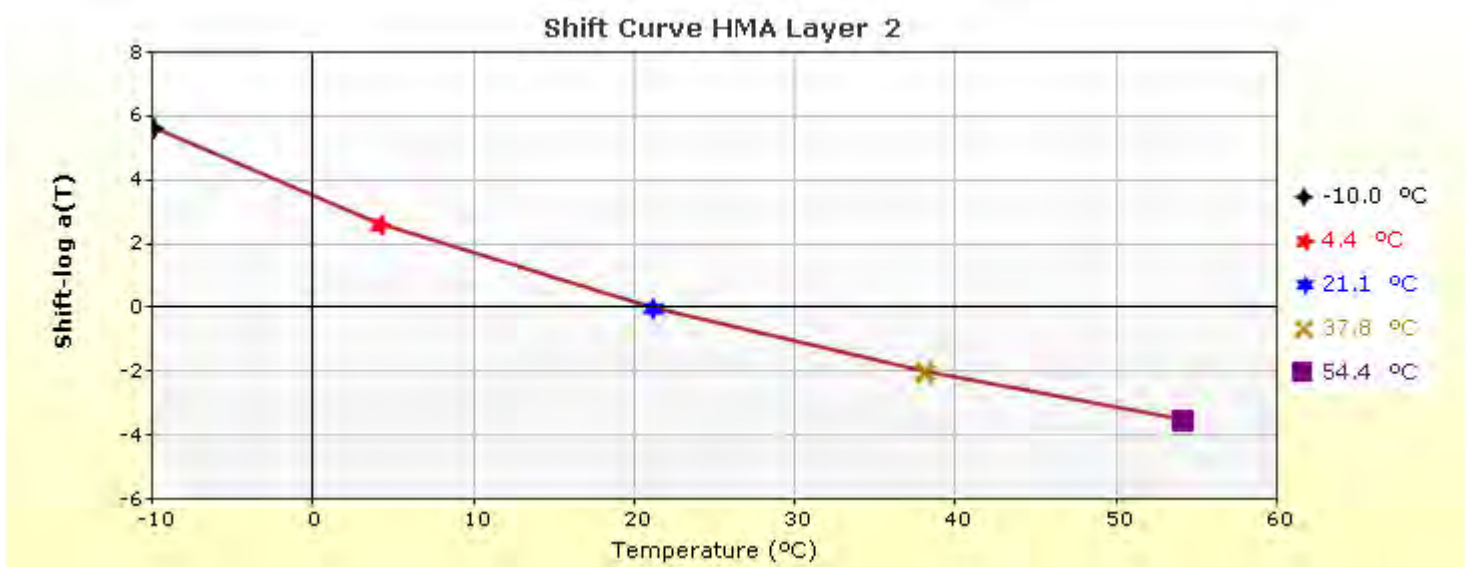
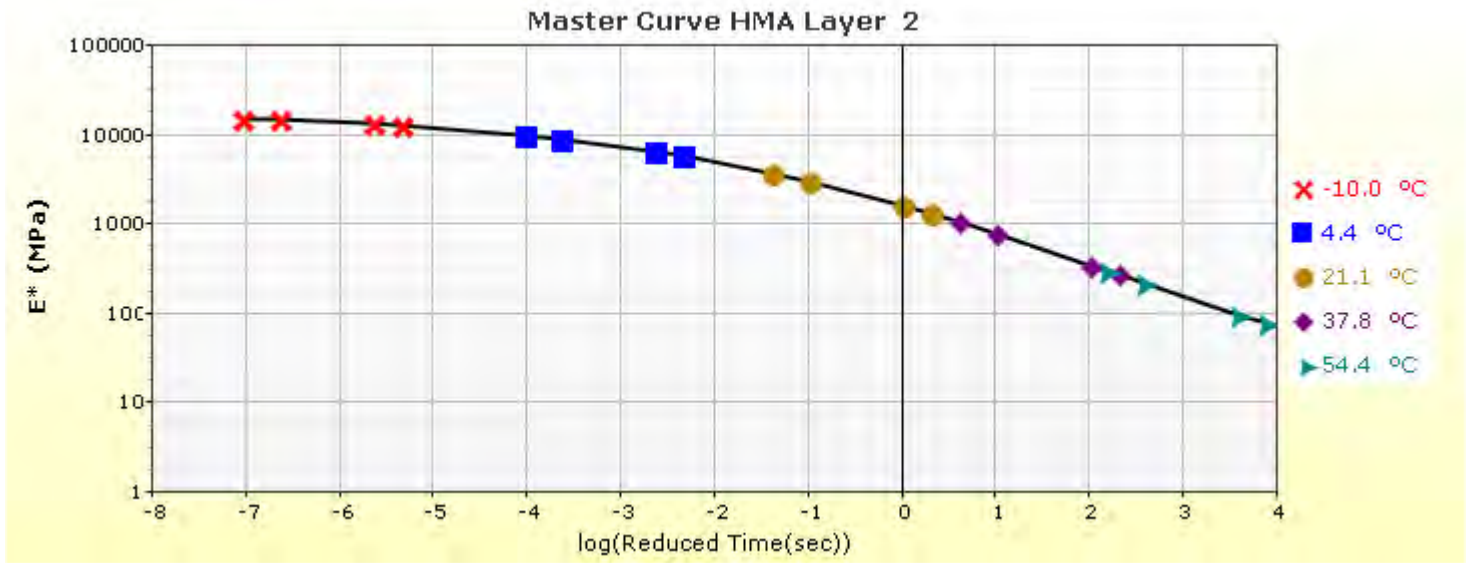
Loading time (sec)	Creep Compliance (1/GPa)		
	-20 °C	-20 °C	-10 °C
1	9.97e-003	9.97e-003	1.68e-002
1	1.68e-002	2.25e-002	2.25e-002
2	1.05e-002	1.05e-002	1.88e-002
2	1.88e-002	2.69e-002	2.69e-002
5	1.12e-002	1.12e-002	2.19e-002
5	2.19e-002	3.39e-002	3.39e-002
10	1.18e-002	1.18e-002	2.45e-002



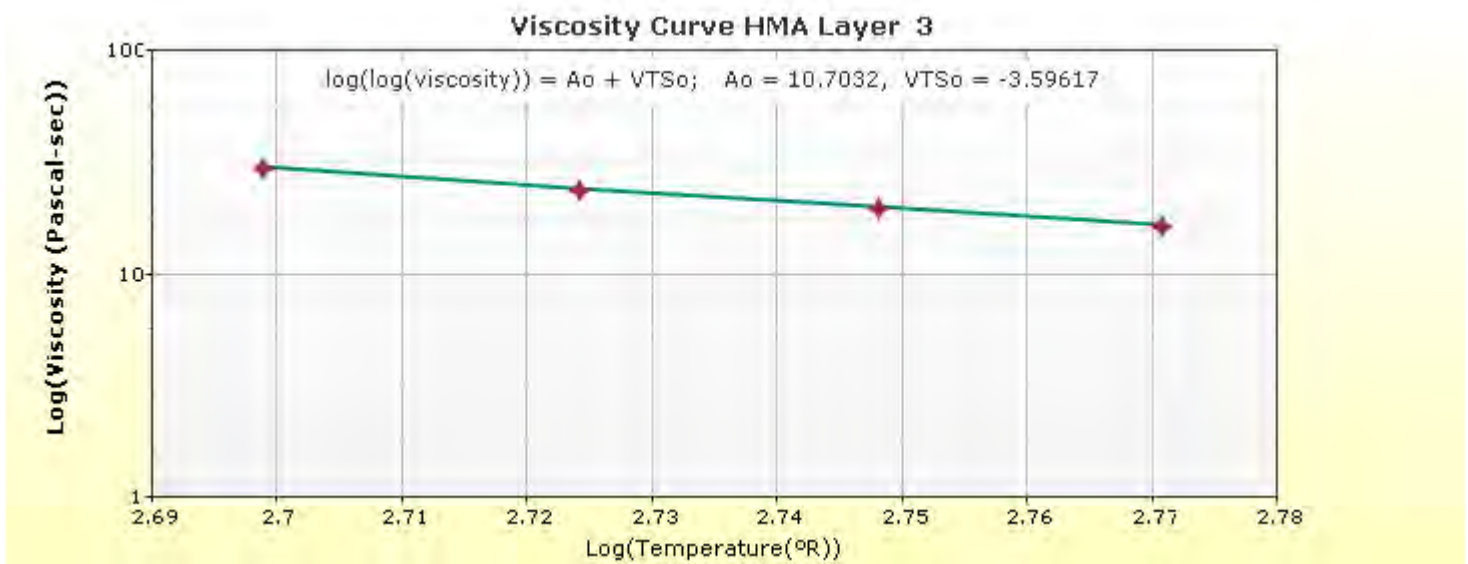
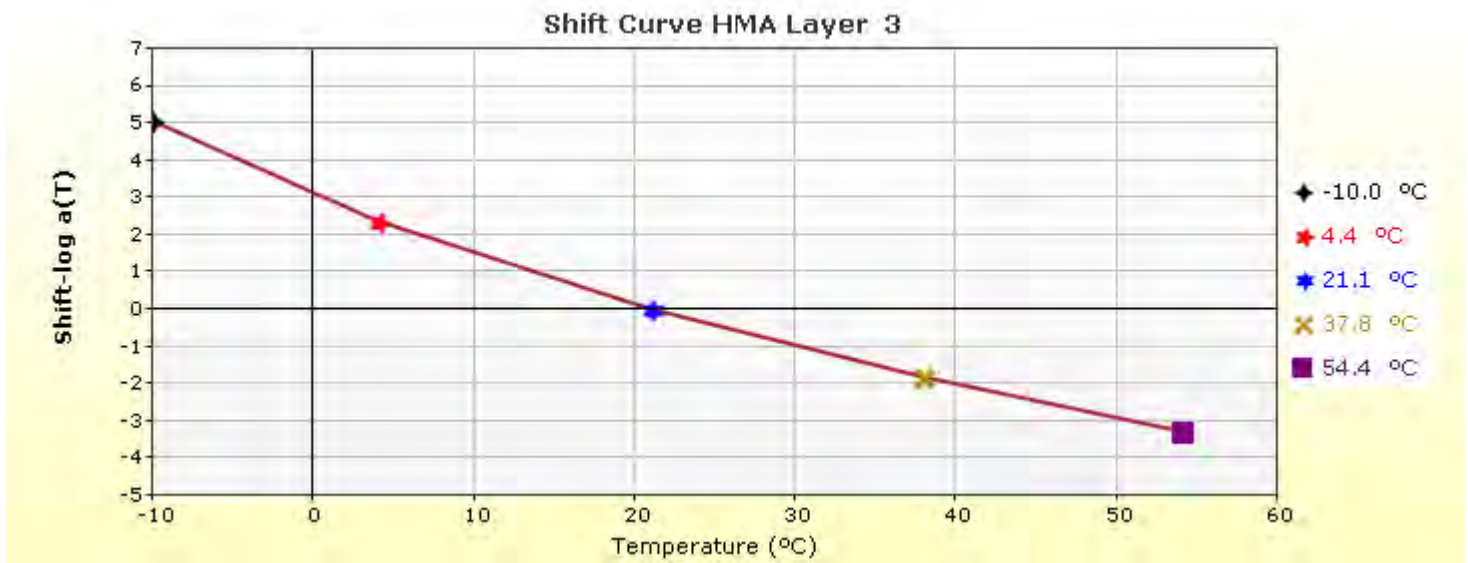
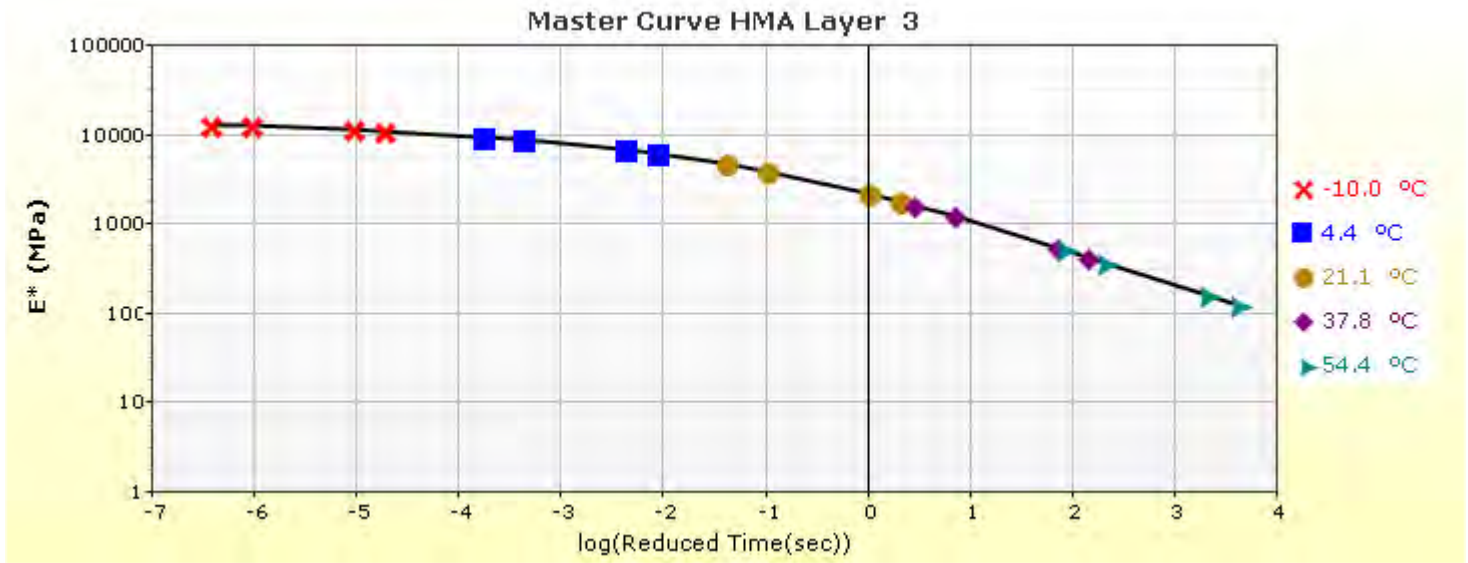
HMA Layer 1: Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete



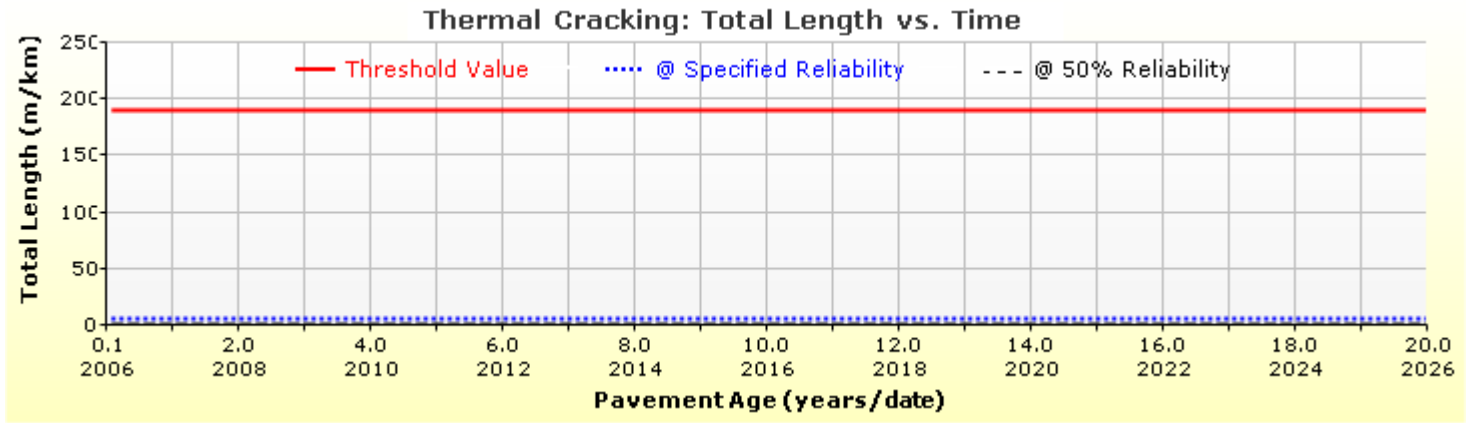
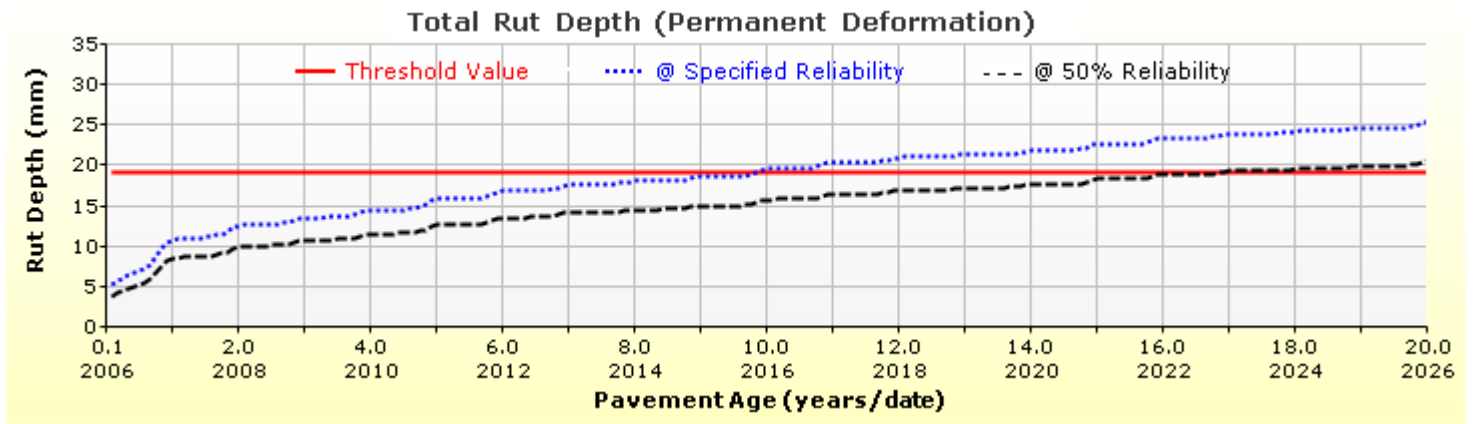
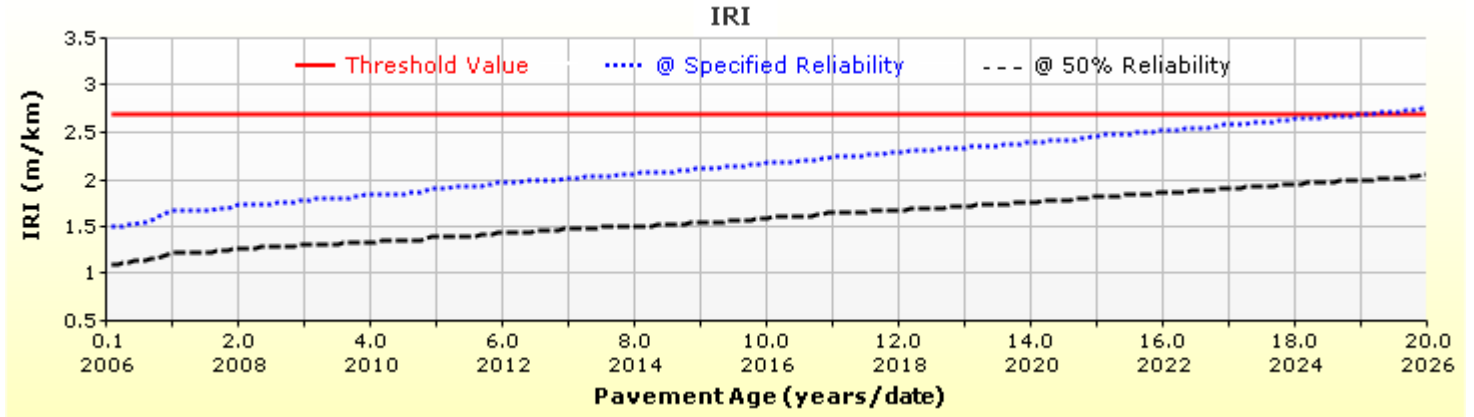
HMA Layer 2: Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

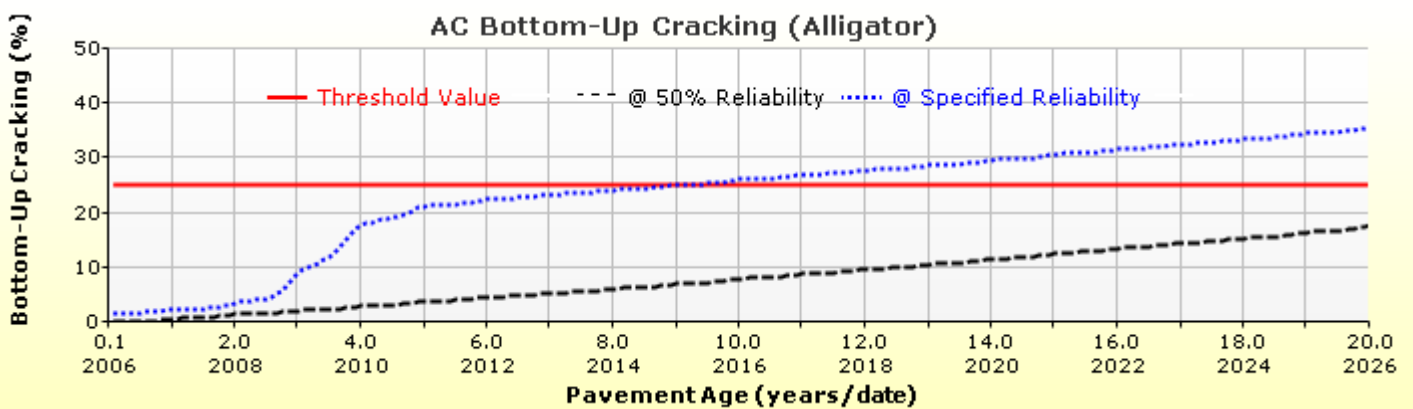
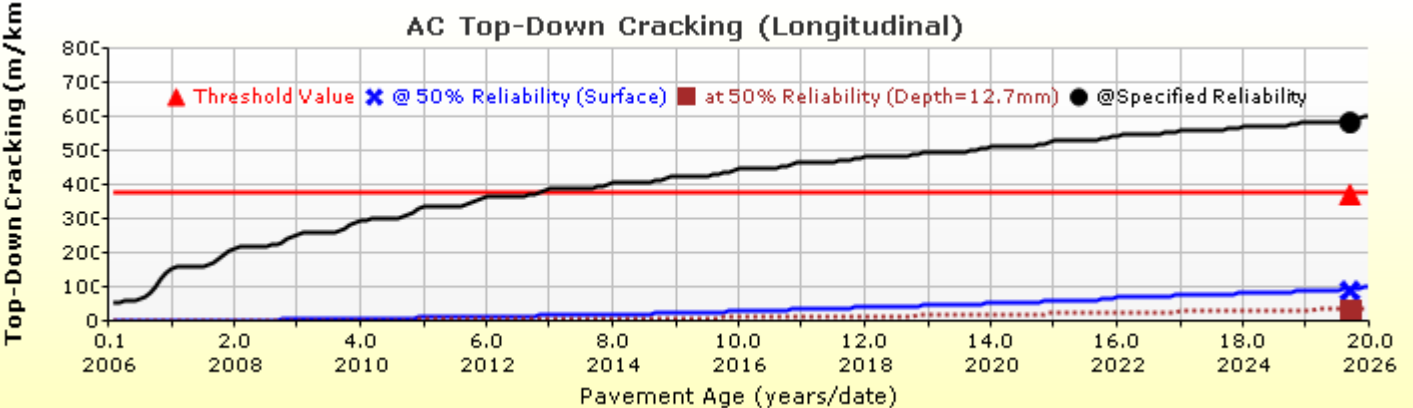
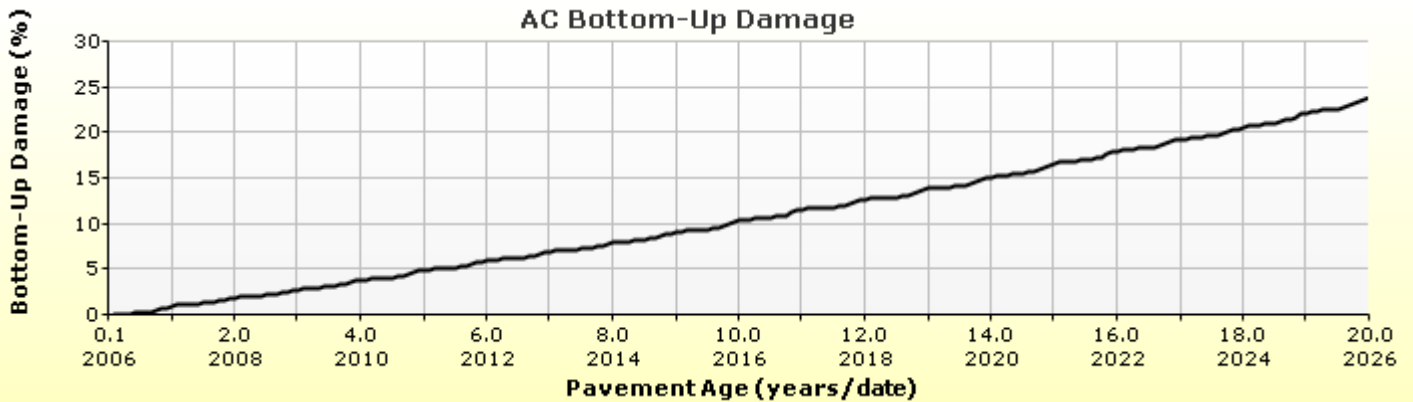
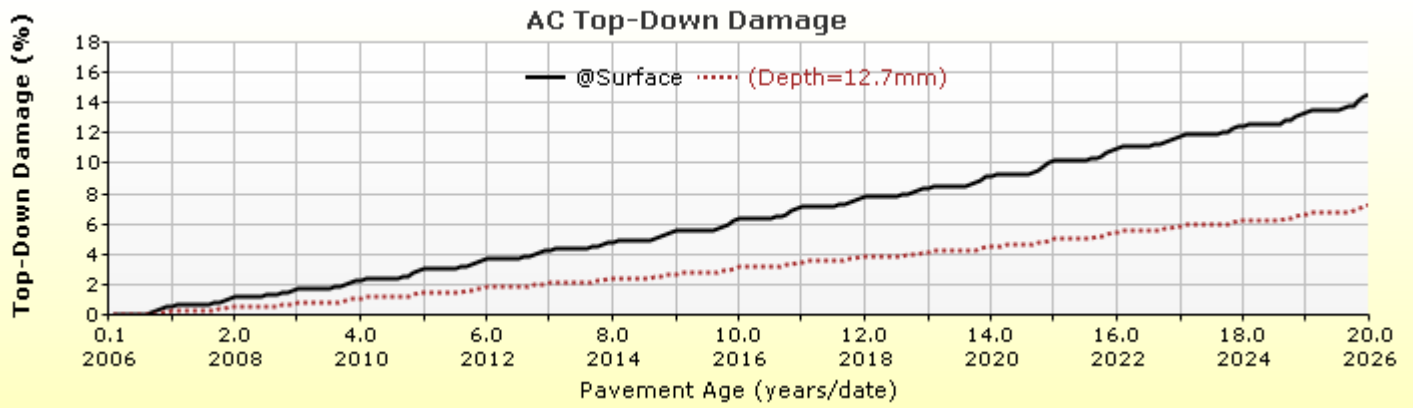


HMA Layer 3: Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

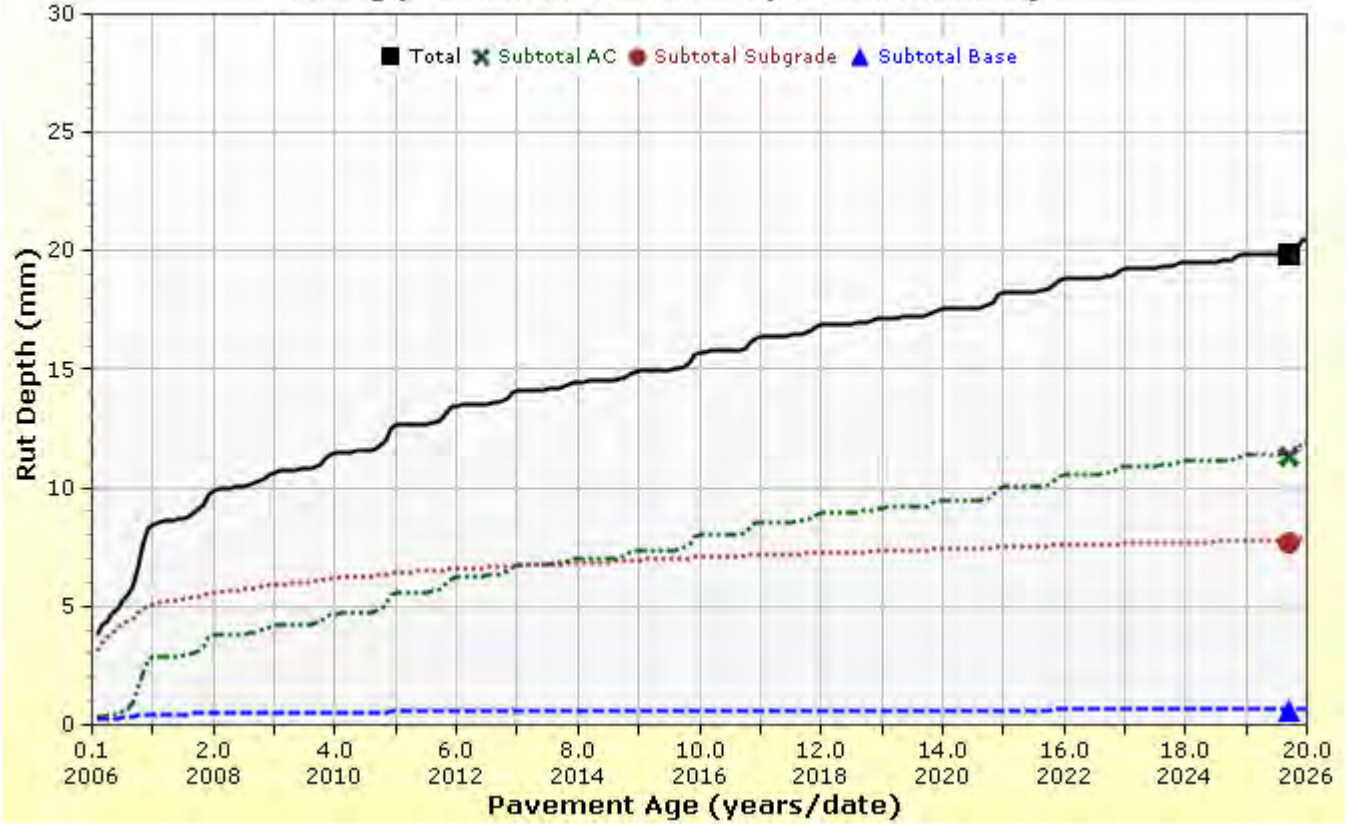


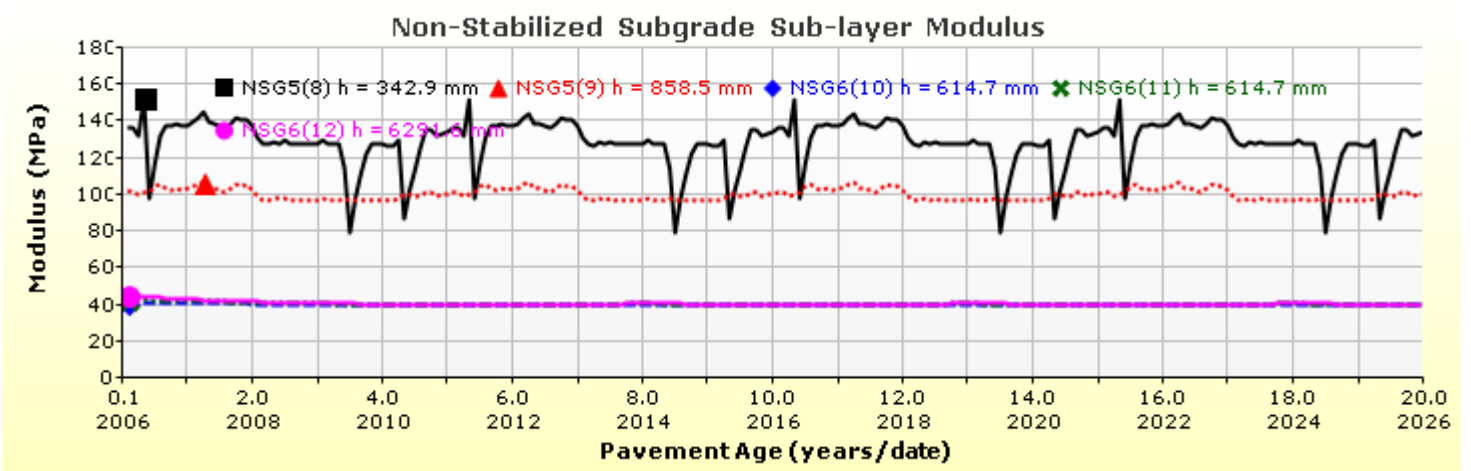
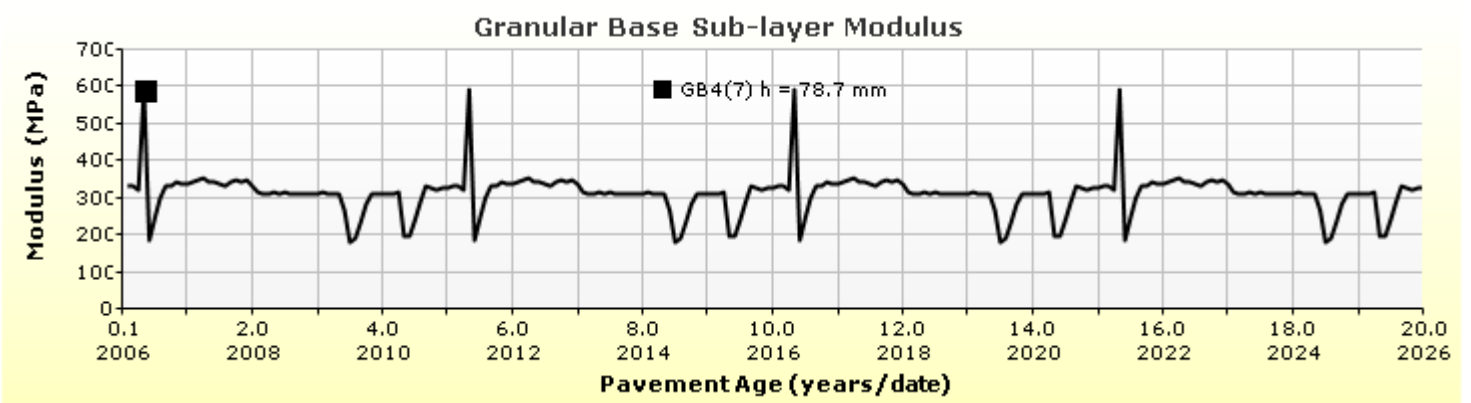
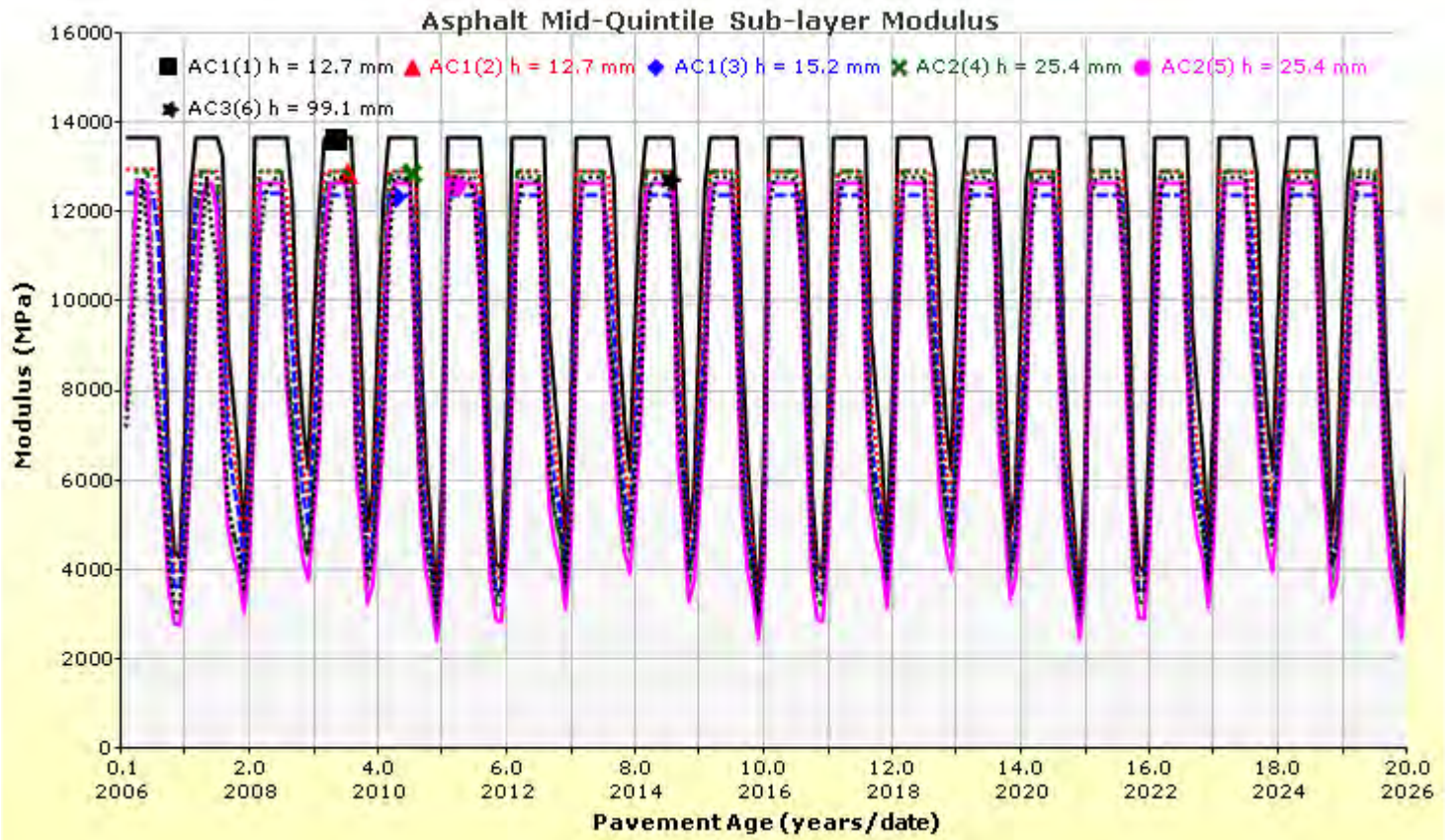
Analysis Output Charts





Rutting (Permanent Deformation) at 50% Reliability







Layer Information

Layer 1 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	40.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	6.3
Air voids (%)	3
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 2 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	50.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	5.2
Air voids (%)	3.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 3 Flexible : Default asphalt concrete

Asphalt		
Thickness (mm)	100.0	
Unit weight (kgf/m ³)	2400.0	
Poisson's ratio	Is Calculated?	False
	Ratio	0.35
	Parameter A	-
	Parameter B	-

Asphalt Dynamic Modulus (Input Level: 1)

T (°C)	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	25 Hz
-10	9775	11144	12098	12382
4.4	3908	6051	8164	8920
21.1	593	1350	2718	3435
37.8	125	282	666	930
54.4	60	118	262	368

Asphalt Binder

Parameter	Value
Binder Grade	Penetration/Viscosity Grade
Softening Point (°C) at 1300 Pascal-sec	75.00
Absolute Viscosity (Pascal-sec) at 60 °C	200.00
Kinematic Viscosity (centiStokes) at 135 °C	300.00
Specific Gravity at 25 °C	1.00

Penetration:

Temperature (°C)	Penetration
------------------	-------------

Brookfield Viscosity:

Temperature (°C)	Brookfield Viscosity (centiPoise)
------------------	-----------------------------------

General Info

Name	Value
Reference temperature (°C)	21.1
Effective binder content (%)	4.5
Air voids (%)	4.5
Thermal conductivity (watt/meter-kelvin)	1.16
Heat capacity (joule/kg-kelvin)	963

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	Default asphalt concrete
Description of object	
Author	
Date Created	9/16/2010 7:00:00 AM
Approver	
Date approved	9/16/2010 7:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0



Layer 4 Non-stabilized Base : A-1-a

Unbound	
Layer thickness (mm)	80.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)
275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	5.054e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6

**Layer 5 Subgrade : A-1-a****Unbound**

Layer thickness (mm)	1200.0
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)

275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-1-a
Description of object	Default Material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	6.0
Plasticity Index	1.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	2038.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	1.54e-02
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	7.4

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	7.2555
bf	1.3328
cf	0.8242
hr	117.4000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6



Layer 6 Subgrade : A-7-5

Unbound	
Layer thickness (mm)	Semi-infinite
Poisson's ratio	0.35
Coefficient of lateral earth pressure (k0)	0.5

Modulus (Input Level: 3)

Analysis Type:	Modify input values by temperature/moisture
Method:	Resilient Modulus (psi)

Resilient Modulus (psi)
275.8

Use Correction factor for NDT modulus?	False
NDT Correction Factor:	-

Identifiers

Field	Value
Display name/identifier	A-7-5
Description of object	Default material
Author	AASHTO
Date Created	1/1/2011 12:00:00 AM
Approver	
Date approved	1/1/2011 12:00:00 AM
State	
District	
County	
Highway	
Direction of Travel	
From station (km)	
To station (km)	
Province	
User defined field 2	
User defined field 3	
Revision Number	0

Sieve

Liquid Limit	57.0
Plasticity Index	24.0
Is layer compacted?	False

	Is User Defined?	Value
Maximum dry unit weight (kgf/m ³)	False	1634.2
Saturated hydraulic conductivity (m/hr)	False	4.281e-06
Specific gravity of solids	False	2.7
Optimum gravimetric water content (%)	False	20

User-defined Soil Water Characteristic Curve (SWCC)

Is User Defined?	False
af	125.3117
bf	0.5772
cf	0.1052
hr	500.0000

Sieve Size	% Passing
0.001mm	
0.002mm	
0.020mm	
0.075mm	8.7
0.150mm	
0.180mm	12.9
0.250mm	
0.300mm	
0.425mm	20.0
0.600mm	
0.850mm	
1.18mm	
2.0mm	33.8
2.36mm	
4.75mm	44.7
9.5mm	57.2
12.5mm	63.1
19.0mm	72.7
25.0mm	78.8
37.5mm	85.8
50.0mm	91.6
63.0mm	
75.0mm	
90.0mm	97.6



Calibration Coefficients

AC Fatigue

$N_f = 0.00432 * C * \beta_{f1} k_1 \left(\frac{1}{\epsilon_1}\right)^{k_2 \beta_{f2}} \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3 \beta_{f3}}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 \left(\frac{V_b}{V_a + V_b} - 0.69\right)$	k1: 0.007566
	k2: 3.9492
	k3: 1.281
	Bf1: 1
	Bf2: 1
	Bf3: 1

AC Rutting

$\frac{\epsilon_p}{\epsilon_r} = k_z \beta_{r1} 10^{k_1 T} k_2 \beta_{r2} N^{k_3 \beta_{r3}}$ $k_z = (C_1 + C_2 * depth) * 0.328196^{depth}$ $C_1 = -0.1039 * H_a^2 + 2.4868 * H_a - 17.342$ $C_2 = 0.0172 * H_a^2 - 1.7331 * H_a + 27.428$ <p>Where: H_{ac} = total AC thickness(in)</p>	ϵ_p = plastic strain(in/in) ϵ_r = resilient strain(in/in) T = layer temperature(°F) N = number of load repetitions
AC Rutting Standard Deviation	0.24*Pow(RUT,0.8026)+0.001
AC Layer	K1:-3.35412 K2:1.5606 K3:0.4791 Br1:1 Br2:1 Br3:1

Thermal Fracture

$C_f = 400 * N \left(\frac{\log C / h_{ac}}{\sigma}\right)$ $\Delta C = (k * \beta t)^{n+1} * A * \Delta K^n$ $A = 10^{(4.389 - 2.52 * \log(E * \sigma_m^n))}$	C_f = observed amount of thermal cracking(ft/500ft) k = regression coefficient determined through field calibration $N()$ = standard normal distribution evaluated at() σ = standard deviation of the log of the depth of cracks in the pavements C = crack depth(in) h_{ac} = thickness of asphalt layer(in) ΔC = Change in the crack depth due to a cooling cycle ΔK = Change in the stress intensity factor due to a cooling cycle A, n = Fracture parameters for the asphalt mixture E = mixture stiffness σ_m = Undamaged mixture tensile strength β_t = Calibration parameter
Level 1 K: 1.5	Level 1 Standard Deviation: 0.1468 * THERMAL + 65.027
Level 2 K: 0.5	Level 2 Standard Deviation: 0.2841 * THERMAL + 55.462
Level 3 K: 1.5	Level 3 Standard Deviation: 0.3972 * THERMAL + 20.422

CSM Fatigue

$N_f = 10^{\left(\frac{k_1 \beta_{c1} \left(\frac{\sigma_s}{M_r}\right)}{k_2 \beta_{c2}}\right)}$	N_f = number of repetitions to fatigue cracking σ_s = Tensile stress(psi) M_r = modulus of rupture(psi)		
k1: 1	k2: 1	Bc1: 1	Bc2: 1



Subgrade Rutting			
$\delta_a(N) = \beta_{s_1} k_1 \varepsilon_v h \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) \left e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^\beta} \right $		δ_a = permanent deformation for the layer N = number of repetitions ε_v = average vertical strain(in/in) $\varepsilon_0, \beta, \rho$ = material properties ε_r = resilient strain(in/in)	
Granular		Fine	
k1: 2.03	Bs1: 1	k1: 1.35	Bs1: 1
Standard Deviation (BASERUT) 0.1477*Pow(BASERUT,0.6711)+0.001		Standard Deviation (BASERUT) 0.1235*Pow(SUBRUT,0.5012)+0.001	

AC Cracking			
AC Top Down Cracking		AC Bottom Up Cracking	
$FC_{top} = \left(\frac{C_4}{1 + e^{(C_1 - C_2 * \log_{10}(Damage))}} \right) * 10.56$		$FC = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C'_1 + C_2 * C'_2 * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$	
		$C'_2 = -2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$	
		$C'_1 = -2 * C'_2$	
c1: 7	c2: 3.5	c3: 0	c4: 1000
c1: 1	c2: 1	c3: 6000	
AC Cracking Top Standard Deviation		AC Cracking Bottom Standard Deviation	
200 + 2300/(1+exp(1.072-2.1654*LOG10(TOP+0.0001)))		1.13+13/(1+exp(7.57-15.5*LOG10(BOTTOM+0.0001)))	

CSM Cracking				IRI Flexible Pavements			
$FC_{ctb} = C_1 + \frac{C_2}{1 + e^{C_3 - C_4(Damage)}}$				C1 - Rutting		C3 - Transverse Crack	
				C2 - Fatigue Crack		C4 - Site Factors	
C1: 1	C2: 1	C3: 0	C4: 1000	C1: 40	C2: 0.4	C3: 0.008	C4: 0.015
CSM Standard Deviation							
CTB*1							