

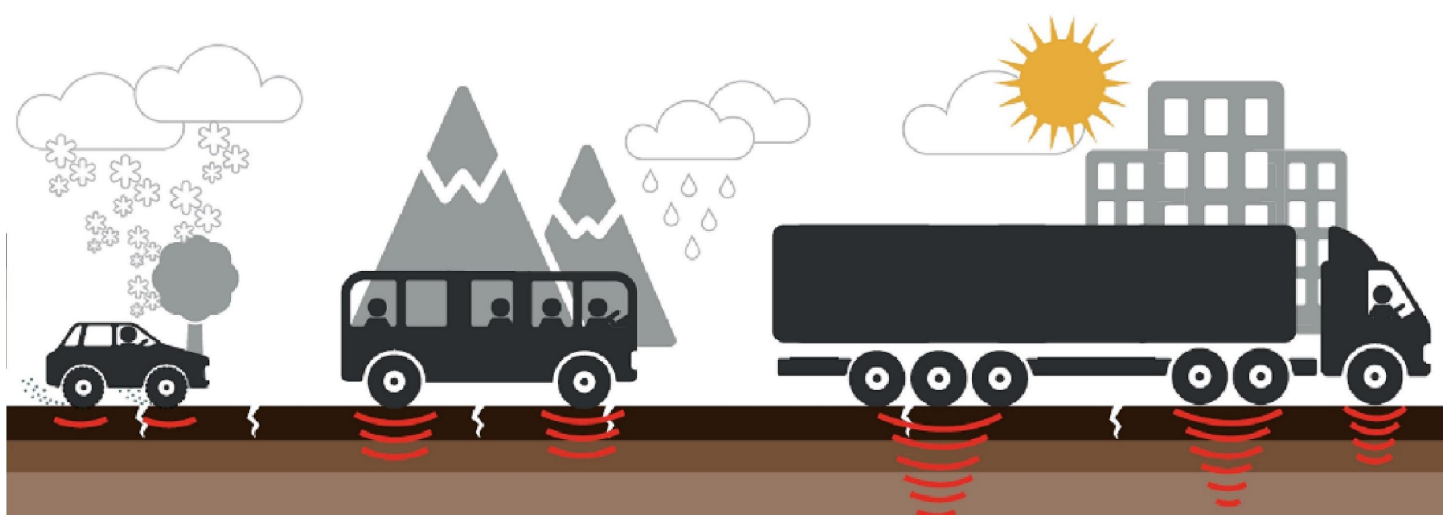


USA: AASHTOWare PMED Sverige: PMS Objekt

Utvikling, kalibrering og implementering

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 903



Tittel

USA: AASHTOWare PMED
Sverige: PMS Objekt

Undertittel

Utvikling, kalibrering og implementering

Forfatter

Ragnar Evensen, ViaNova
Johnny M. Johansen, ViaNova

Avdeling

Teknologi Drift og vedlikehold

Seksjon

Teknologi Drift og vedlikehold

Prosjektnummer

C13480

Rapportnummer

903

Prosjektleder

Brynhild Snilsberg

Godkjent av

Brynhild Snilsberg

Emneord

Mekanistisk empirisk dimensjonering,
utvikling, kalibrering og implementering

Sammendrag

Hovedmålet for FoU programmet VegDim (2018/2023) er å utvikle og ta i bruk et mekanistisk empirisk dimensjoneringssystem for vegoverbygninger. Denne rapporten gir en kort historisk beskrivelse av utvikling, kalibrering og implementering av AASHTOWare PMED og PMS Objekt, verktøy for dimensjonering og analyse av vegoverbygninger. Formålet med beskrivelsen er å gi et grunnlag for å vurdere og sammenligne mot utvikling, kalibrering og implementering av nytt dimensjoneringssystem for Norge.

Title

USA: AASHTOWare PMED
Sverige: PMS Objekt

Subtitle

Development, calibration and implementation

Author

Ragnar Evensen, ViaNova
Johnny M. Johansen, ViaNova

Department

O&M Technology

Section

O&M Technology

Project number

C13480

Report number

903

Project manager

Brynhild Snilsberg

Approved by

Brynhild Snilsberg

Key words

Mechanistic empirical pavement design,
development, calibration and implementation

Summary

The main objective of the R&D program VegDim (2018/2024) is to develop and implement a mechanistic empirical pavement design system. This report describes the development, calibration and implementation of AASHTOWare PMED and PMS Objekt, tools for design and analysis of road pavement structures. The purpose of this document is to provide a basis for assessing and comparing the development and implementation processes of AASHTOWare PMED and PMS Objekt with that of the new pavement design system that is being developed in Norway.

Notat

VegDim - Arbeidspakke 3 Kalibrering

USA: AASHTOWare PMED

Sverige: PMS Objekt

Utvikling, kalibrering og implementering

Til:	Statens vegvesen Brynhild Snilsberg	Fra:	ViaNova Ragnar Evensen Johnny M. Johansen
Dato:	2022-11-21	Referanse:	VNPT 20978/450F
Rev.:	Oppdatert PMED-informasjon Inkludert PMS Objekt	Rev. dato:	2022-12-08
Rev.:		Rev. dato:	

Formål

Dette notatet gir en kort historisk beskrivelse av utvikling, kalibrering og implementering av AASHTOWare PMED og PMS Objekt, verktøy for dimensjonering og analyse av vegoverbygninger.

Formålet med beskrivelsen er å gi et grunnlag for å vurdere og sammenligne mot utvikling, kalibrering og implementering av nytt dimensjoneringsystem for Norge.

Innhold

1.	AASHTOWare PMED	3
1.1	AASHO Road Test – AASHTO Pavement Design Guide	3
1.2	Strategic Highway Research Program - SHRP	3
1.3	Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG).....	4
1.4	Implementering og kalibrering: Prosess og metode	6
1.5	Implementering og kalibrering: Erfaringer	9
1.6	Oppsummering	12
2.	PMS Objekt.....	13
2.1	PMS Objekt version 5.0.....	13
2.2	Utvikling, kalibrering og implementering av PMS Objekt	14
2.3	Erfaringer fra implementering av PMS Objekt.....	15
3.	Oppsummering og anbefaling	16
3.1	Generelt	16
3.2	Kalibrering	16
3.3	Implementering	16
3.4	Videre utvikling	17
	Referanser/Grunnlag	18
	Generelt	18
	AASHTOWare PMED	18
	PMS Objekt.....	18
	Vedlegg 1 MEPDG: Utfordringer og «lessons learned».....	20
	Vedlegg 2 Retningslinjer for kalibrering av MEPDG (2010)	22
	Vedlegg 3 PMS Objekt versjonshistorik	25

1. AASHTOWare PMED

1.1 AASHO Road Test – AASHTO Pavement Design Guide

AASHO Road Test ble initiert av The Federal-Aid Highway Act of 1956 og fullført i 1960.

International Conferences on Asphalt Pavements (Ann Arbor konferansen) i 1962 ble gjennomført med det primære formål å spre kunnskapen om AASHO Road Test. Koblingen mellom dimensjonering, trafikkbelastninger og tilstandsutvikling var sentralt. Kort periode, ett klima og få materialer var viktige begrensninger ved feltforsøket.

Den første versjonen av AASHTO's design Guide ble utviklet på grunnlag av resultater fra AASHO Road Test:

1961-62 AASHO Interim Guide for the Design of Rigid and Flexible Pavements

Deretter ble design guiden videreutviklet i flere trinn, med utgavene fra 1972, 1986 og 1993 som de sentrale revisjonene:

1972 AASHTO Interim Guide for the Design of Pavements

1981 Revised Chapter III on Portland Cement Concrete Pavement Design

1986 Guide for the Design of Pavement Structures

1993 Revised Overlay Design Procedures

1998 Supplement to Concrete Design Procedures

Etter at 1986 AASHTO Design Guide ble gitt ut, innså AASHTO behovet for å utvikle metoder for mekanistisk dimensjonering og analyse av vegoverbygning som kunne benyttes i samband med framtidige versjoner av AASHTO-guiden. National Cooperative Highway Research Program¹ NCHRP Project 1-26, Calibrated Mechanistic Structural Analysis Procedures for Pavements (1990), hadde som mål å framskaffe grunnlaget for en framtidig utvikling av et mekanistisk-empirisk (M-E) dimensjoneringsystem for vegoverbygninger.

I perioden fra 1970 fram mot slutten av 1990-tallet ble det i USA gjennomført en rekke omfattende FoU-prosjekter som bidro til grunnlaget for videreutvikling av dimensjoneringsmetodene (VESYS, FHWA ALF, m. fl.). Et prosjekt, SHRP, som skulle få stor betydning for implementering av mekanistisk-empirisk dimensjoneringsystem er omtalt i neste kapittel.

1.2 Strategic Highway Research Program - SHRP

I 1987 besluttet Kongressen i USA igangsetting av et femårs anvendt forskningsprogram betegnet Strategic Highway Research Program (SHRP). Programmets formål var å utvikle og evaluere metoder og teknologi for å motvirke nedbrytningen av hovedvegene i USA og forbedre vegenes funksjon, varighet, sikkerhet og effektivitet.

Programmet Long Term Pavement Performance (LTPP) ble startet i 1987 som en del av SHRP. Over en periode på 20 år har LTPP-programmet overvåket og dokumentert funksjon og tilstand for

¹ National Cooperative Highway Research Program, NCHRP:

Forskningsprogram etablert i 1962 av American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), finansiert av AASHTO's medlemsstater, Federal Highway Administration, US Department of Transportation. Programmet ble administrert av Transportation Research Board (TRB), som er en del av National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.

om lag 2500 vegseksjoner i USA og Canada i vanlig bruk og under normal trafikk. Vegseksjonene representerer et bredt spekter av vegoverbygningstyper, undergrunn og klimatiske forhold.

SHRP hadde fokus på følgende temaer:

- Asfaltmaterialer
- Betongdekker og betongkonstruksjoner
- Drift og vedlikehold, spesielt vegdekke/vegoverbygning og vinterdrift samt arbeidsvarsling/sikkerhet ved arbeid på og langs veg
- Vegdekke/vegoverbygning, funksjons- og tilstandsutvikling, utvikling av retningslinjer for bygging og vedlikehold av vegdekker/vegoverbygning (LTPP)

SHRP ble formelt avsluttet i 1993. Betydelig aktivitet har vært videreført i andre FoU-programmer. Dette inkluderer både asfalt (Superpave) og LTPP.

1.3 Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG)

I USA ble AASHTO's Guide for the Design of Pavement Structures det sentrale dokumentet for dimensjonering av nye og rehabiliterte vegoverbygninger. AASHTO Joint Task Force on Pavements (JTTF) var ansvarlig for utvikling og implementering av dimensjoneringsteknologi. Federal Highway Administration's 1995-97 National Pavement Design Review fant at om lag 80 % av statene i USA benyttet AASHTO guidene fra 1972, 1986 eller 1993.

På 1990-tallet var fokus i USA på rehabilitering av vegoverbygninger. Empiriske dimensjoneringsmetoder ble ikke ansett som tilstrekkelige for slike arbeider. Fordi mekanistisk-empiriske tilnærminger beskriver in-service vegoverbygninger på en mer realistisk måte og øker påliteligheten av dimensjoneringen, ble det anbefalt at framtidige dimensjoneringsystemer skulle baseres på mekanistisk tilnærming. Men på grunn av kunnskapshull måtte mekanistiske dimensjoneringsmetoder suppleres med empirisk baserte sammenhenger. I tillegg var det et klart behov for at en rekke forhold knyttet til mekanistisk-empirisk tilnærming måtte defineres nærmere før en praktisk og realistisk dimensjoneringsmetode kunne utvikles og tas i bruk.

Basert på denne erkjennelsen av svakheter og mangler i de eksisterende AASHTO guidene, besluttet JTTF i 1996 at det skulle utarbeides en ny versjon av design guiden for 2002.

Dette var bakgrunnen for oppstart og gjennomføring av NCHRP Project 1-37A (1996-2004): Development of the 2002 Guide for the Design of New and Rehabilitated Pavement Structures.

Målet for prosjektet var å levere 2002 Guide for Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, basert på mekanistisk-empiriske prinsipper, sammen med nødvendig programvare for godkjenning og distribusjon i regi av AASHTO. Dette målet skulle nås ved å utvikle:

- a) 2002 Guide basert på dimensjoneringsmetoder som benytter eksisterende mekanistisk-empirisk teknologi, inkludert en metodikk for nødvendig kalibrering, validering og tilpassing til lokale forhold
- b) Brukerorientert programvaresystem med dokumentasjon basert på 2002 Guide
- c) Planer og materiale for implementering og opplæringstjenester for å fremme anvendelsen av design guiden og programvaren
- d) Strategier for å fremme nasjonal interesse og maksimere aksept hos veg- og transportsektoren

2002 Design Guide skulle bruke eksisterende modeller og databaser. Nyutvikling av modeller lå ikke i prosjektet. 2002 Design Guide skulle gi en ensartet basis for dimensjonering av vegoverbygninger med asfalt (flexible) og betong (rigid) og for kompositt-overbygninger. Det skulle anvendes felles dimensjoneringsparametere for områdene trafikk, undergrunn, klima og pålitelighet.

NCHRP Project 1-37A ble avsluttet i 2004. The Mechanistic-Empirical Design Guide for New and Rehabilitated Pavement Structures, kjent som MEPDG (Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide), ble lansert i 2004 som en del av prosjektet.

Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) presenterte et nytt paradigme for dimensjonering og analyse av vegoverbygninger.

I 2008 publiserte AASHTO en foreløpig versjon av Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG): A Manual of Practice (MOP). Andre og tredje utgave av MOP ble publisert i 2015 og 2020 og et supplement til tredje utgave ble publisert i 2021.

Implementering av MEPDG startet opp kort tid etter utgivelsen av MOP i 2008.

I 2010 ga AASHTO ut Guide for the Local Calibration of the MEPDG, som inneholdt retningslinjer for kalibrering av nasjonale modeller til lokale forhold.

I 2013 ble det gjennomført en undersøkelse av status for implementeringen, publisert som NCHRP Synthesis 457.

Programvaren som ble utviklet parallelt, var mer omfattende enn dagens PMED-programvare. Dimensjoneringen var basert på mer detaljerte beregninger med større oppløsning mht. flere av parameterne. Dette medførte at programmet brukte meget lang tid på de enkelte beregningene. Det framkom kritikk mot programmet i fagmiljø og blant brukere. Det ble derfor opprettet et forum for kommentarer, melding av feil, ønsker, m.m.

Programvaren ble de første årene omtalt med ulike navn. Et av de mest benyttede var antagelig DARWin-ME.

Disse forholdene medførte at det tok noen år før programvaren ble offisielt godkjent av AASHTO og kom inn i deres programportefølje under navnet AASHTOWare Pavement ME Design™ (PMED). Dette skjedde i 2011.

Etter den tid har det vært en betydelig utvikling, ikke minst på området lokal kalibrering, men også med hensyn til feilrettinger.

De siste årenes utvikling knyttet til AASHTOWare PMED er vist nedenfor. I tillegg til hovedpunktene som er nevnt i revisjonene, er det utført en stor mengde feilrettinger ved hver revisjon.

2016 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.3.0

- Supplering betongdekker
- Oppdatert klimadatabase
- Automatisering av datainnhenting

2018 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.5.0

- Integrrert hjelpfunksjon
- API Modulus-data
- API Thermal Cracking
- Brukerstyrt rapportering
- Funksjonalitet for å sammenligne prosjekter
- Vedlikeholdsstrategi
- Integrasjon av data fra klimadatabaser
- Rekalibrering for asfalt/asfaltrehabilitering
- Endret programmeringsspråk (steg i retning web-applikasjon)

2018 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.5.2

2018 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.5.3

2019 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.5.4

2019 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.5.5

2020 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.6

- Integrrert hjelpfunksjon (3.0)

- Top-Down Cracking videreutviklet
- Klimakart oppdatert funksjonalitet

2021 AASHTOWare Pavement ME Design Build 2.6.1

Som en del av arbeidet med AASHTO PMED er det siden 2015 avholdt 19 webinarer med forskjellige temaer tilknyttet programmet.

De viktigste endringene i denne perioden er antagelig:

- Calibration Assistance (CAT): Etablering av opplegg for lokal kalibrering
- Backcalculation Tool: Eget program som bl.a. kobler tilbakeregning fra fallodd til forsterkningsmodulen

En-bruker lisens for PMED koster om lag US\$ 10 000 per år.

Versjon 3.0, som web-applikasjon, ble lansert i 2022 og er for tiden i ferd med å bli tatt i bruk.

Det er etablert opplegg for brukerstøtte for programvaren:

AASHTOWare Pavement

User support is provided for licensed AASHTOWare Pavement ME Design software users through a variety of means, including phone, email and on-line via the Internet.

<p>Technical Support:</p> <p>Software Technical Support</p> <p>pavementmedesign@ara.com</p> <p>217 356 4500</p>	<p>Help Desk:</p> <p>Monday-Friday from 8:00 a.m. to 5:00 p.m. Central Time</p> <p>Toll Free: 1-877-500-3496</p> <p>Email: pavementmedesign@ara.com</p>
--	--

[Click on this link to Download Software, Documents, Climatic Data, XML Validator, Report Bugs](#)

Det er videre opprettet en nasjonal brukergruppe for deling av erfaringer og informasjon. Brukergruppen har holdt årlige møter siden 2016 (3-dagers møte med 200-300 deltagere). Ref.:

<https://www.pooledfund.org/details/study/549>

<https://me-design.com/MEDesign/UserGroup.html>

Et vegkart for implementering er nylig gitt ut, basert på en workshop med deltagere fra noen State Departments of Transportation, bransjen og academia. Workshopen drøftet strategier som kunne være til hjelp for statene i arbeidet med å effektivisere implementeringen av ME-dimensjonering (Mechanistic-empirical Pavement Design Guide (MEPDG) Implementation Roadmap).

1.4 Implementering og kalibrering: Prosess og metode

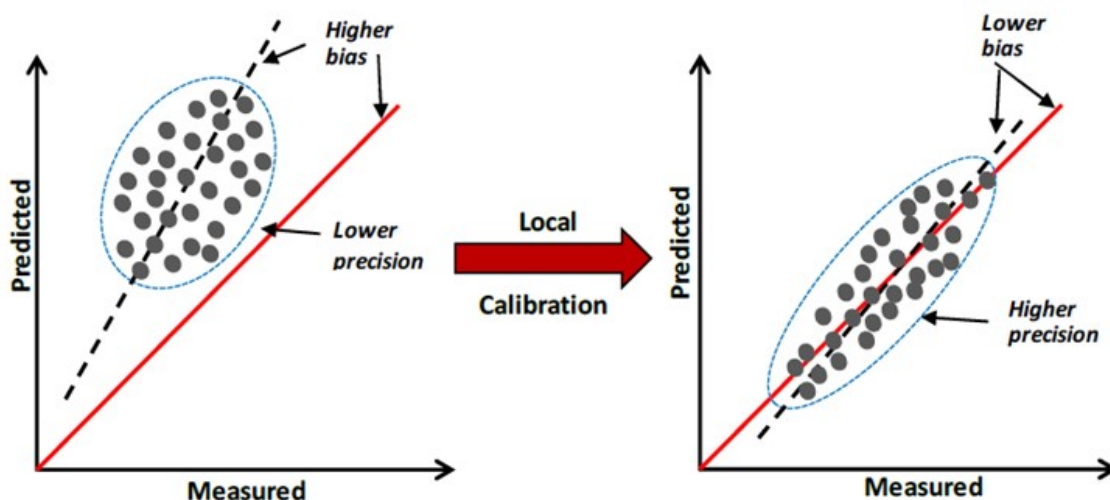
I implementeringen og kalibreringen av PMED ble referansestrekningene fra LTPP-programmet av stor og uunnværlig nytte. LTPP-databasen inneholder langtids funksjons- og tilstandsdata for hundrevis av vegseksjoner, nybygde og rehabiliterte, og gjør disse tilgjengelig for bruk for mange formål, blant annet utprøving og kalibrering av dimensjoneringssystemer. For PMED ble denne databasen benyttet for lokal kalibrering (dvs. i USA: statlig kalibrering). Det angis at PMED ikke kunne blitt realisert uten data fra LTPP-databasen, med dens mangfold av informasjon om vegoverbygninger og omfattende nasjonale dekningsgrad.

Kalibrering av PMED er i basert på bruk av referansestrekninger fra LTPP-programmet supplert med lokale PMS-strekninger og med bruk av statistiske metoder, jf. Vedlegg 2 om kalibreringsrutiner fra 2010. Anbefalt antall referansestrekninger er 20 – 30 vegseksjoner egnet for kontroll av de enkelte tilstandskriteriene.

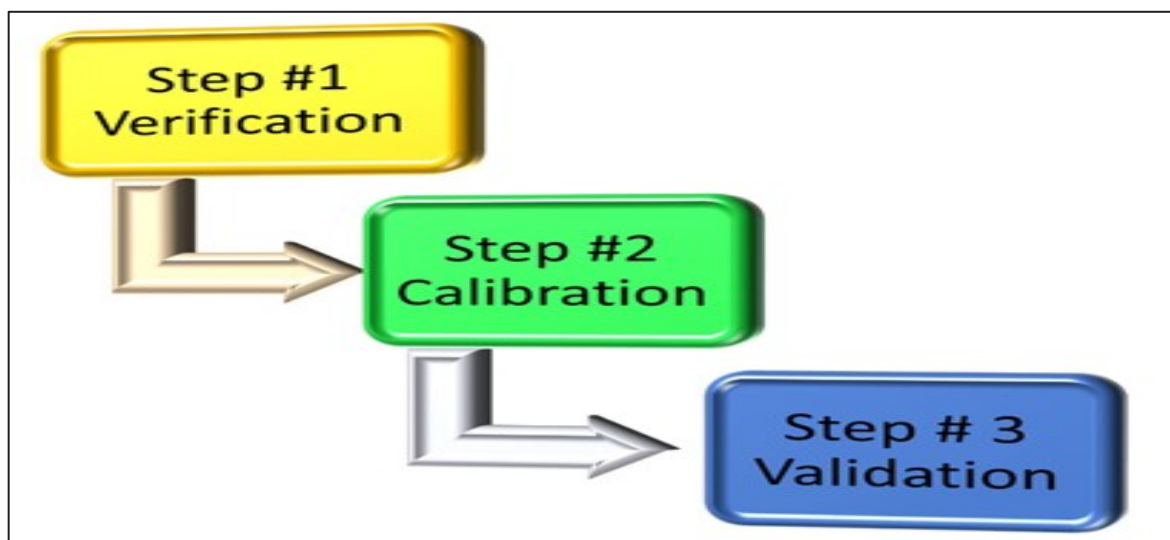
Anbefalte kalibreringsrutiner er seinere utviklet videre, men hovedprinsippene om bruk av LTPP-strekninger og statistiske metoder er beholdt.

Målet med lokal kalibrering har vært todelt:

1. Fjerne systematiske forskjeller mellom beregnet og registrert tilstandsutvikling
2. Redusere de tilfeldige variasjoner mellom beregnet og registrert tilstandsutvikling



Kalibreringen omfatter 3 hovedtrinn som vist nedenfor.



De tre trinnene omfatter følgende:

Verification

(assessing the accuracy of the nationally calibrated prediction models for local conditions)

Å verifisere at strukturen i de nasjonale modellene er relevante og fanger opp de forhold (konstruksjon, materialer, klima, trafikk, o.a.) som er av betydning for tilstandsutviklingen lokalt.

Calibration

(mathematical process through which the total error or difference between observed and predicted values of distress is minimized)

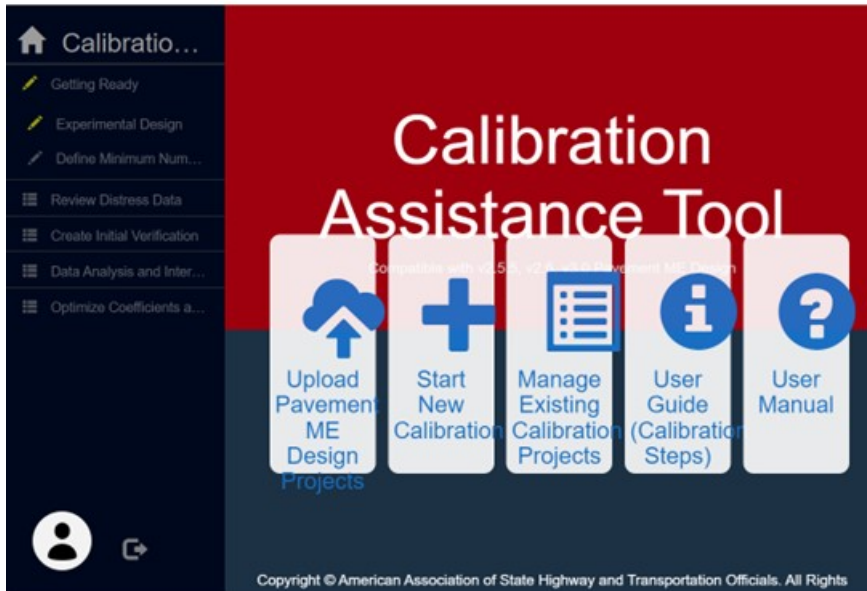
Kalibrering av output/resultater basert på data/informasjon fra et antall referansestrekninger.

Validation

(process to confirm that the calibrated model can produce robust and accurate predictions for cases other than those used for model calibration.)

Kontroll av resultatene fra kalibreringen på et sett referansestrekninger som ikke er de samme som ble brukt ved kalibreringen.

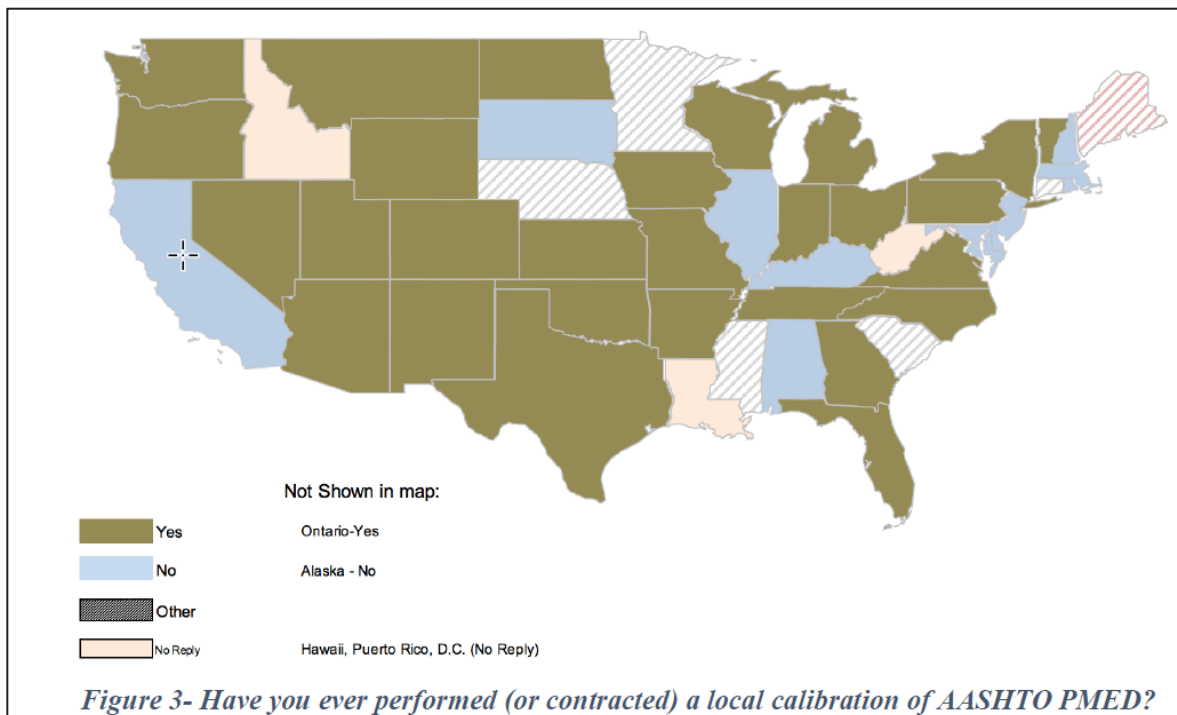
Det er utviklet et system og dataprogram for lokal kalibrering av PMED betegnet Calibration Assistance Tool (CAT). Bruk av CAT krever PMED lisens.



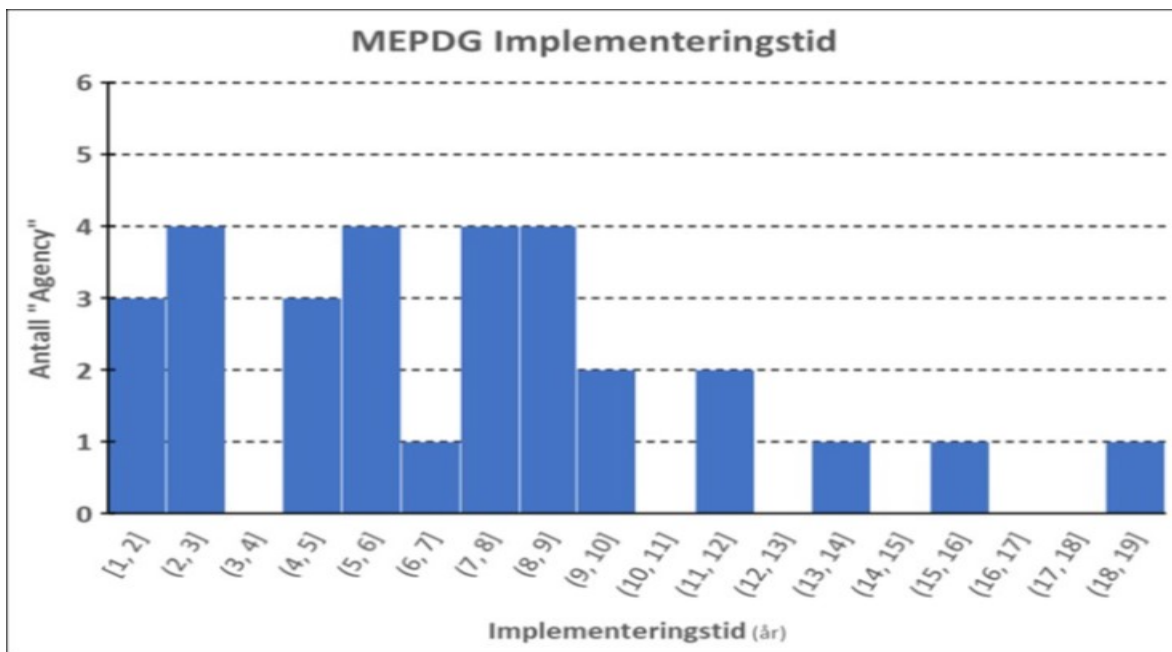
Det er også utviklet et system som kobler forsterkningsdelen av AASHTO PMED til tilbakeregning av E-moduler basert på nedbøyningsmålinger med fallodd (tilsvarende ELMOD, basert på et opplegg utviklet for Washington DOT).

1.5 Implementering og kalibrering: Erfaringer

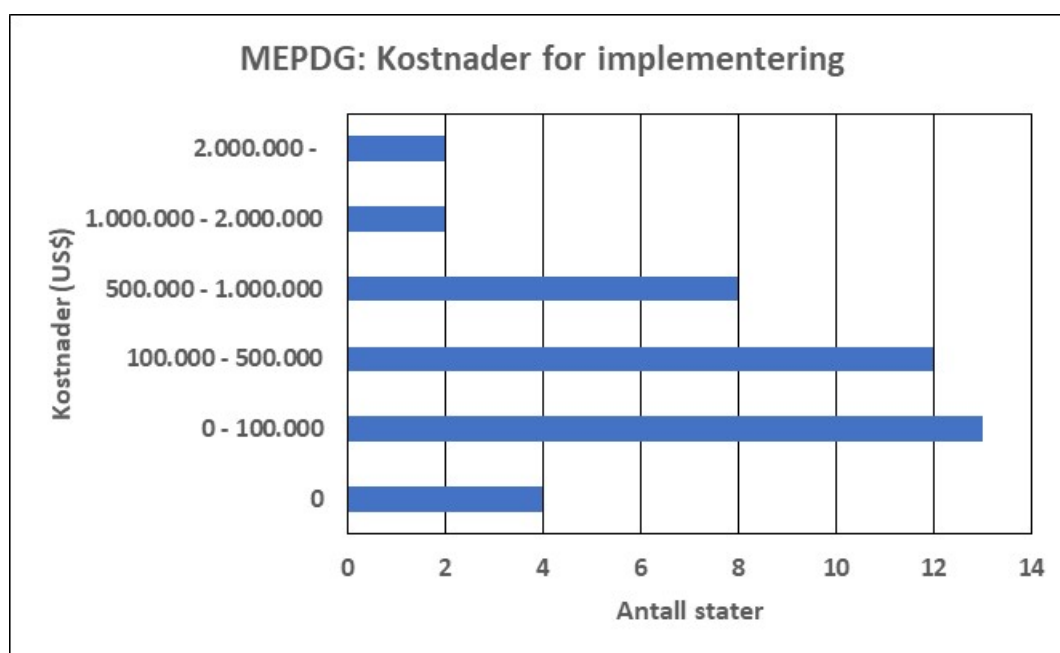
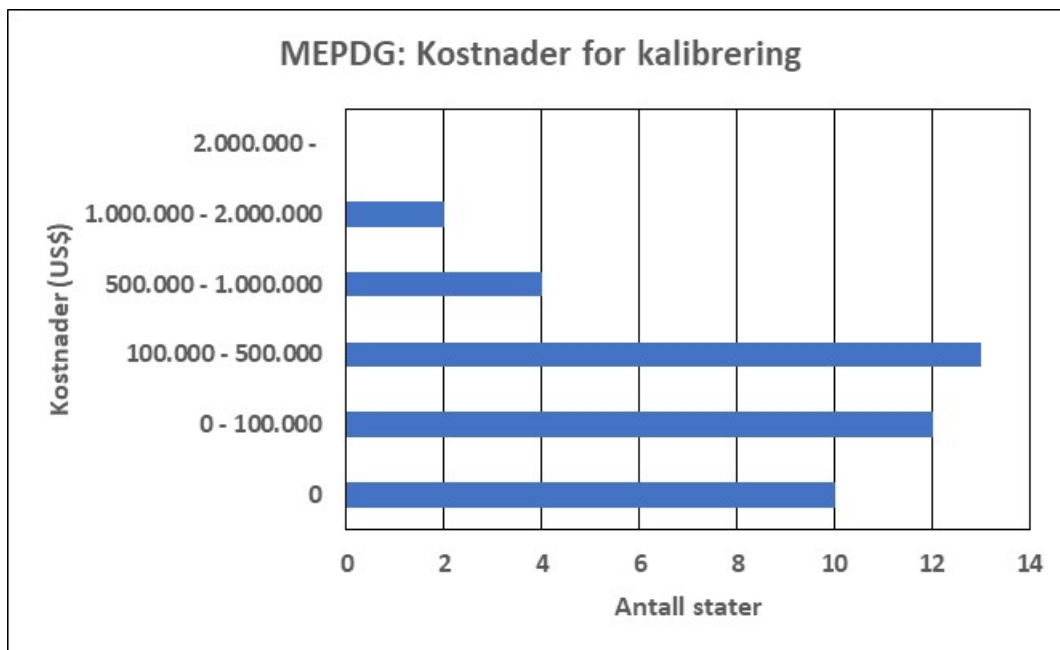
Nedenfor vises en oversikt over stater som har gjennomført lokal kalibrering av MEPDG.



Implementeringstid for MEPDG er kartlagt gjennom en spørreundersøkelse til staten i USA. De innkomne svarene viser en midlere implementeringstid på 7,5 år, med en fordeling som vist nedenfor.



Kostnader for kalibrering og implementering er også kartlagt, se figurer nedenfor. Både implementeringstid angitt i figuren over og kostnadsanslag gitt under, er relatert til innføring av MEPDG fram mot 2014.



Statlige vegmyndigheter i USA angir flere utfordringer knyttet til implementering av MEPDG, blant annet IT-programmets kompleksitet, tilgjengelighet for nødvendige data for kalibrering, tilgjengelighet for nødvendige data for dimensjonering samt behovet for lokal kalibrering. En liste over konkrete innspill vedrørende utfordringer og råd for implementering er gitt i Vedlegg 1.

IT-programmet PMED er mer komplekst enn tidligere AASHTO-design prosedyrer. Dette medfører omfattende opplæring i mekanisk-empirisk dimensjoneringsteori, MEPDG-metoder samt funksjonalitet og bruk av det nye verktøyet.

MEPDG/PMED krever vesentlig mer data input enn tidligere empiriske dimensjoneringssystemer. Av data som må være tilgjengelig for kalibrering, var tilstandsdata i stor grad tilgjengelig, fulgt av data for vegoverbygning og trafikk. Tilgjengelighet for materialdata og materialegenskaper utgjorde den største utfordringen. Fremskaffing av materialdata og materialegenskaper for materialdatabase

krevde stor innsats i felt og laboratorium, inkludert anskaffelse av nytt utstyr. Administrativ oppdeling av vegmyndigheten med ansvarsgrenser for ulike dataområder medførte redusert effektivitet i datainnsamling (f.eks. trafikkdata, geotekniske data).

Et av kjennetegnene ved MEPDG/PMED var muligheten til å benytte default-verdier, regionale verdier eller «sitespecific»-verdier for trafikk, materialer, klima, m.m. Det angis at innsamling av regionale verdier eller «sitespecific»-verdier er nødvendig for god anvendelse av programmet, men slik innsamling er svært tidkrevende og kostbar.

En viktig del av den lokale kalibreringen (egentlig «validation») av PMED er avklaring av hvor godt PMED-prognoser for tilstandsutvikling samsvarer med observert tilstandsutvikling i felt. Slike undersøkelser er nødvendig for å avgjøre om lokal kalibrering av PMED gir riktig resultat. LTPP-databasen ble i stor utstrekning benyttet i dette arbeidet, men for å få dette til, måtte lokale opplegg for tilstandsregistrering være i overensstemmelse med offisiell AASHTO-skadekatalog. Hvis statlig skadekatalog avvok fra AASHTO-skadekatalog, medførte dette ekstra arbeid med å evaluere effekten av disse forskjellene.

Også arbeidet med å definere terskelverdier og pålitelighetsgrenser for alle tilstandsutviklingsmodellene framsto som arbeidskrevende i implementeringsfasen.

Andre utfordringer som krever tid og innsats i implementeringen angis å være:

- Motstand hos «distriktskontorer» mot å endre til ME-basert dimensjonering, endring til bruk av design-input/beregne skadeutvikling fra å få lagtykkelse som sluttresultat har vært vanskelig.
ViaNova-merknad: Flere stater hadde egenutviklede dimensjoneringsprogrammer som de mente fungerte godt, men som ikke helt harmonerte med strukturen i MEPDG.
- Nødvendige endringer knyttet til tilstandsdata (format, registreringsprosedyrer, evne til å ta fram pålitelige data).
- Mangel på ressurser for lokal kalibrering og opplæring av medarbeidere.
- MEPDG er for komplisert for de fleste praktiserende ingeniørene, nødvendig med omfattende opplæring for å øke ingeniørenes tillit til dimensjoneringsmetode og -resultater.
- Gjentatt arbeid som følger av nye versjoner av programvaren som gir annet resultat enn tidligere versjoner, med recalibrering mot lokale betingelser.

Følgende aktiviteter angis som viktige for å fremme implementeringen av MEPDG/PMED:

- Opplæring i mekanistisk-empirisk dimensjonering
- Opplæring i etablering av vegseksjoner for dimensjonering av vegoverbygning
- Opplæring i fremskaffing og fastlegging av datainput
- Opplæring i bruk av programvaren
- Opplæring i tolking av resultater
- Bistand til lokal kalibrering
- Hjemmeside for å dele teknisk informasjon
- Etablering av ekspertgrupper og brukergupper
- Evne til å dele databaser med andre vegmyndigheter

Andre råd som gis:

- Etabler realistiske tidslinjer for kalibrering og validering
- Gi tilstrekkelig tid for å få fram materialdata og trafikkdata
- Sikre at alle data for eksisterende vegoverbygning, materialeegenskaper og trafikk er tilgjengelige
- Hvis nødvendig, etabler en plan for innsamling av nødvendige data, dette kan kreve omfattende innsamling i felt og lab-testing
- Fastlegg vegmyndighets-basert design input for å unngå stor variasjon i input/output og for å minimalisere dimensjoneringsvariasjon

- Sørg for opplæring i ME-dimensjonering, MEPDG-metoder/prosedyre og programvaren

1.6 Oppsummering

Tidslinjen for utvikling av formalisert dimensjoneringsystem basert på mekanistisk-empiriske prinsipper i USA er som følger:

1960 - 1990	Gjennomført flere FoU-prosjekter vedrørende ME-dimensjonering
1990	NCHRP Project 1-26 Calibrated Mechanistic Structural Analysis Procedures for Pavements
1996 – 2004	NCHRP Project 1-37A: Development of the 2002 Guide for the Design of New and Rehabilitated Pavement Structures
2004	2002 Guide for Design of New and Rehabilitated Pavement Structures Tilhørende programvare foreligger, men ikke som offisiell AASHTO-programvare
2008	Første utgave: Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG): A Manual of Practice (MOP)
2011	Offisiell AASHTO-programvare: AASHTOWare Pavement ME Design™ (PMED)
2013	Statusundersøkelse av implementering: Implementation of the AASHTO Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide and Software A Synthesis of Highway Practice, NCHRP Synthesis 457 (2014)
2015	Andre utgave: Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG): A Manual of Practice (MOP)
2020	Tredje utgave: Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG): A Manual of Practice (MOP) Supplement til tredje utgave ble publisert i 2021.
2011 - 2021	Programvare PMED: <ul style="list-style-type: none"> • Videreutvikling, feilretting • Opplegg for kalibrering • Modul for tilbakeregning av E-moduler basert på nedbøyningsmålinger med fallodd
2022	PMED Version 3.0 (Web-versjon)

Erfaring fra USA viser at det må gis tid for og brukes ressurser på:

- Etablere datagrunnlag (trafikk, materialer, undergrunn, klima)
- Verifisering, kalibrering og validering (riktig antall referansestrekninger og statistisk signifikans)
- Opplæring – brukere og over/sideordnet personell (ME-dimensjonering, MEPDG-metoder/prosedyre og programvaren)
- Brukerstøtte, programvarevedlikehold/utvikling

2. PMS Objekt

2.1 PMS Objekt version 5.0

Prosjektering av vegkonstruksjon skal etter Trafikverkets infrastrukturegelverk, TRVINFRA-00224 Krav Vägöverbyggnad Överbyggnad väg, Dimensjonering och utformning, utføres i henhold til projekteringskategori 1, 2 eller 3 (DK = Dimensjoneringsklasse):

Projekteringskategori 1–Väg:

Vägöverbyggnad dimensioneres i DK1 – Tabellmetoden eller Indexmetoden

Projekteringskategori 2–Väg:

Vägöverbyggnad dimensioneres i DK2 – Empirisk/mekanistisk dimensjonering

Projekteringskategori 3–Väg:

Vägöverbyggnad dimensioneres i DK3 – Avancerade mekanistiska modeller och laborieprövning

Projekterings-PM Særskild spesifikasjon enligt 5.5.2.2 ska upprättas.

PMS Objekt er et windowsbasert program for analyse og design av vegoverbygning. PMS Objekt er utviklet for å fungere som et beregningsverktøy og beslutningsstøttesystem. Kontroll av beregningsresultat gjennomføres i programmet mot de krav og forutsetninger som finnes i TRVK Väg. PMS Objekt inneholder begrenset støtte for beregninger som gjennomføres i samsvar med TRVINFRA-00224 Krav Vägöverbyggnad Överbyggnad väg, Dimensjonering och utformning.

Brukeren av PMS Objekt tar selv ansvar for at krav i bestilling, konkurransegrunnlag, tekniske kravdokument eller tekniske beskrivelser oppfylles. Videre tar brukeren selv ansvar for at de stivheter som angis i TRVINFRA-00224 Krav Vägöverbyggnad Överbyggnad väg, Dimensjonering och utformning, kapitel 12 anvendes ved beregning i henhold til DK2 (prosjekteringsklasse).

Dette betyr at PMS Objekt ikke er en del av Trafikverkets formelle regelverk for dimensjonering. PMS Objekt gir støtte for dimensjonering iht. DK2, men brukeren er ansvarlig for resultatene.

For totalentrepriser er det vanlig å skrive inn krav i Tekniska Beskrivningen om at DK3 skal benyttes. Som angitt over gjelder da krav om relativt omfattende dokumentasjon, i Projekterings-PM Særskild spesifikasjon. Denne spesifikasjonen skal inneholde:

- beskrivning av dimensjoneringssystemet
- krav og metoder avseende verifisering av bærføringsmåte, stadga och beständighet
- materialkrav
- miljøpåverkan och krav på åtgärder med avseende på miljøpåverkan
- krav och metoder för utförandet
- krav och metoder för kontroll av utförandet
- en redovisning av hur och i vilken omfattning framtida drift och underhåll ska utföras
- krav på redovisning av arbetsmiljöaspekter under genomförandet och i det framtida brukandet
- en redovisning av konsekvenser för livscykelkostnader.

I slike tilfeller skal forslag til teknisk løsning meddeles Trafikverket.

2.2 Utvikling, kalibrering og implementering av PMS Objekt

Utviklingen av PMS Objekt startet på slutten av 1990-tallet (1998?). Utviklingen var i hovedsak basert på å benytte allerede tilgjengelige delmoduler fra ulike kilder og sette disse sammen til et analyse- og design-verktøy.

Første versjon var baserte på oppkjøp av rettigheter til beregningsverktøy for tøyning- og spenningsberegninger. I tillegg ble frost/telehiv-modul inkludert basert på Åker Hermanssons PhD-arbeide ved Luleå TH.

Sentralt for utviklingen av PMS Objekt var prosjektet San Remo, SANering, REnovering och MOfifiering av dimensioneringskapitlet i BYA 84 (sluttrapport 1992). San Remo lå til grunn for den bæreevnedimensjoneringen som ble tatt inn i BYA 92 og utgjorde et første skritt mot en analytisk dimensjoneringsmetode. Prosjektet beskrev således den dimensjoneringsmetoden som senere ble anvendt i PMS Objekt og som lå til grunn for dimensjoneringstabellene i det svenske regelverket før 2000.

Etter hvert ble flere funksjoner innarbeidet i PMS Objekt (se versjonsoversikt i Vedlegg 3).

Det er ikke gjort noen utvikling av PMS Objekt siden 2010.

Anvendelsen av PMS Objekt startet i 2000 samtidig som VÄG94 ble erstattet av ATB VÄG. Deretter tok det om lag 8 år før PMS Objekt ble anvendt i stor skala. Fremdeles forekommer dimensjonering basert på tabellverket fra 1994.

VTI gjennomførte i 2004-2005 to utredninger om PMS Objekt og vegdekkelevetider, en for nybygging av veg og en for forsterkning av veg. Disse arbeidene var basert på VTIs oppfølging av observasjonsstrekninger på vegnettet, dvs. svenske LTPP-strekninger. VTIs arbeid med de svenske LTPP-strekningene ble startet på midten av 1980-tallet og ble finansiert av Vägverket.

Den største utfordringen med implementeringen av PMS Objekt var å få Vägverkets teknikere til å stole på programmet. Men også informasjon og opplæring til konsulenter og entreprenører. Å gå fra et relativt enkelt tabellsystem til et dataprogram var ett stort skritt. Samtidig kom viktigheten av å heve kompetansenivået i hele bransjen tydelig fram, og det ble klart hvor vanskelig og ressurskrevende dette var.

Trafikverket engasjerer seg derfor regelmessig i å holde leksjoner, forelesninger og øvinger på universitet og høyskoler. Det gjennomføres også opplæring i regi av Asfaltskolans kursprogram.

For tiden foregår det egentlig ikke noe vedlikehold eller videreutvikling på PMS Objekt. Temperaturdatabasen er ikke oppdatert på 10 år. Trafikverket sørger for at installasjonsfiler finnes på hjemmesiden samtidig som informasjonen på hjemmesiden oppdateres regelmessig ved endringer.

Ved større endringer i operativsystemet testes PMS Objekt slik at forutsatt funksjonalitet opprettholdes.

Oppsummert tidslinje:

1992	San Remo SANering, REnovering och MOfifiering av dimensioneringskapitlet i BYA 84 (sluttrapport 1992). Revidert BYA 92
1990-tallet	Utvikling av PMS Objekt
2000	PMS Objekt tas i bruk VÄG94 erstattes av ATBVÄG

2004-2005	VTI: Validering av PMS Objekt (LTPP-strekninger)
2008	PMS Objekt anvendes i stor skala
2010 - nå	Ingen vesentlig utvikling av PMS Objekt, kun mindre oppdateringer, endringer i operativsystem.
2018	Samarbeid Trafikverket/Statens vegvesen om utvikling av ERAPave.

2.3 Erfaringer fra implementering av PMS Objekt

Det tar tid å implementere et nytt dimensjoneringsystem fordi det som oftest er kombinert med et stort skifte i metode og tenkesett. Det er viktig å la implementeringen ta tid, men samtidig støtte den nye metoden for dimensjonering gjennom å stille krav til at metoden og verktøyet benyttes.

Universitet og høyskoler er viktige elementer i implementeringen.

Opplæring og kurser for bransjen er en kritisk del i implementeringen og anvendelsen.

Veg- og trafikketaten må absolutt ikke glemme at egne medarbeidere må være godt opplærte i bruken av programmet og ha god forståelse av programmet og av de bakenforliggende teoriene.

Regelverket må ajourføres i henhold til nytt tenkesett, nye metoder og nytt verktøy. Det fungerer dårlig dersom regelverket motarbeider den nye dimensjoneringsystematikken.

3. Oppsummering og anbefaling

3.1 Generelt

Implementering av nytt dimensjoneringsystem tar tid, fordi innføringen er kombinert med et skifte i tenkesett og metode, mye som skal på plass samtidig. Det må aksepteres at innføring tar tid, men samtidig støtte, styre og påskynde innføringen med å stille krav om å ta metoden i bruk.

Det må sikres forankring i regelverket. Regelverket må ajourføres, endres og suppleres ut fra hva som er nødvendig for overgang til ME-dimensjonering. Spesielt må dimensjoneringskriterier og tillatte variasjoner fastlegges. Eksisterende krav i N200 må harmoniseres med ME-dimensjonering.

Forankring hos Statens vegvesens egne medarbeidere er viktig. Det må skapes tillit til bakenforliggende teorier, metode og programvaren samt resultater, anvendelse og nytte. Dette vil omfatte både vegteknologiområdet generelt og programvaren. Metode er her informasjon, involvering og opplæringstilbud.

Det må etableres forankring i sektoren/bransjen, dvs. hos andre vegholdere, rådgivende ingeniører og entreprenører. Metode er også her informasjon, involvering og opplæringstilbud.

Opplæring og bruk av metoden ved universitet og høyskoler utgjør en viktig del av innføringen. Dette vil ha betydning for anvendelsen, både på kort og lang sikt.

Driftsorganisasjon må etableres for programvaren, med ansvar for vedlikehold, videreutvikling samt opplæring, brukerstøtte, administrasjon og distribusjon. Driftsorganisasjonen må ha et nært samarbeid med andre organisasjonsenheter med ansvar for regelverket og for opplæring i vegteknologi (ansvarsdeling og grensesnitt må avklares tydelig).

3.2 Kalibrering

Kalibrering av dimensjoneringssystemet er viktig for å sikre pålitelige resultater ved anvendelse og dermed tillit til dimensjoneringsmetoden.

Kalibreringsinnsatsen er videre viktig for å sikre god funksjonalitet og brukergrensesnitt for programvaren.

Kalibreringsinnsatsen burde vært større enn den som kan gjennomføres i VegDim-prosjektet. Referansestrekningene som benyttes til kalibrering må ha god spredning med hensyn til trafikk, klima, materialvalg og alder i forhold til forventet dekkelevetid. Dette må kompenseres med en gradvis implementering og parallell videreføring av kalibreringsarbeidet samtidig med videreutvikling av programvaren.

3.3 Implementering

Rask implementering i full bredde er ikke mulig. Det må legges opp til en gradvis implementering med tilstrekkelig kontroll av resultater og godkjenning av disse.

Rask utvikling av systemdokumentasjon, faglig dokumentasjon og brukerveiledning er av stor betydning for implementeringens ulike deloppgaver.

Det må etableres superbrukere, ekspertgrupper og prøveprosjekter som sikrer involvering av riktig kompetanse innen vegteknologi, ME-dimensjonering og programvarebruk fra alle brukergupper.

Ajourføring av regelverket må tilpasses implementeringsframdriften, og ligge i forkant av praktisk implementering.

Oppløgg for opplæring i bakenforliggende teori, ME-dimensjonering og programvaren må etableres og implementeres, rettet mot SVV-personell, andre vegholdere, rådgivende ingeniører og entreprenører, vegteknologer og vegplanleggere. Denne opplæringen må understøttes av tilgjengelig opplæringstilbud for vegteknologi.

Arbeid med å etablere en driftsorganisasjon for programvaren må starte opp.

3.4 Videre utvikling

Driftsorganisasjon for programvaren må settes i full drift.

Opplæringsoppløgg må konsolideres og videreutvikles.

Programvarefunksjonalitet og brukergrensesnitt må videreutvikles, inkludert nye anvendelsesområder (vegutbedring, forsterkning).

Systemdokumentasjon, faglig dokumentasjon og brukerveiledning må videreutvikles og suppleres med anvendelseseksempler.

Datagrunnlag (materialer, trafikk, klima/vær) må konsolideres og videreutvikles.

Referanser/Grunnlag

Generelt

VegDim Gevinstrealisering

ViaNova Plan og Trafikk AS/ViaNova Trondheim AS, 2020-08-11

AASHTOWare PMED

Chris Wagner, P.E. FHWA – Resource Center: MEPDG: Where are We Now?

Louisiana Transportation, Engineering Conference, Baton Rouge, LA, February 12, 2007

Sunghwan, Kim et.al. Verification of Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) Performance Predictions Using Pavement Management Information System (PMIS)

TRB Paper 10-2395, TRB 2010 Annual Meeting

Mechanistic-empirical pavement design guide (MEPDG): a bird's-eye view.

Journal of Modern Transportation, Volume 19, June 2, January 2011, Page 114-133

Implementation of the AASHTO Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide and Software, A Synthesis of Highway Practice, NCHRP Synthesis 457, 2014

Project No. NCHRP 20-07/Task 422.

User Review of the AASHTO 'Guide for the Local Calibration of the Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide'. FINAL REPORT (2018)

Using the Calibration Assistance Tool (CAT) for Local Calibration

AASHTOWare Pavement ME Design, December 16, 2020

FWD Deflection Data Analysis and Backcalculation Tool: BcT

AASHTOWare Pavement ME Design, 15 August 2017

AASHTOWare Pavement ME Design Build X.X.X Release Notes

FHWA Pavement ME User Group Meetings

Sixth Annual National Meeting of the AASHTO Pavement ME User Group (PMEUG)

Technical Report, December 14-16, 2021 (samt tilsvarende rapporter 2016-2020, 2022)

Mechanistic-empirical Pavement Design Guide (MEPDG) Implementation Roadmap

US Department of Transportation, Federal Highway Administration, September 2022

PMS Objekt

<https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/Tekniska-dokument/Vagteknik/PMS-Objekt/>

Tomas Winnerholt, Trafikverket

Mail, 2022-11-03, 2022-11-07, 2022-12-05, 2022-12-06

SAN REMO Ny dimensionering av vägöverbyggnader i BYA på kort sikt

Maria Arm

VTI Notat V187, 2992-06-01

Validering av PMS Objekt Delmoment för nybyggnation

Nils-Gunnar Göransson

VTI notat 2-2004

Validering av PMS Objekt Delmoment för förstärkning

Nils-Gunnar Göransson

VTI notat 2-2005

Manual för PMS Objekt 5.0.1 (utkast 2020)

KRAV TRVINFRA-00224 Version 3.0

Vägöverbyggnad Överbyggnad väg, Dimensionering och utformning
Trafikverket, 2022-04-01

KRAV med RÅDSTEXT

TRVINFRA-00224, Version 3.0

Vägöverbyggnad Överbyggnad väg, Dimensionering och utformning
Trafikverket, 2022-04-01

Beräkningar med PMS Objekt enligt TRVINFRA 00224

Trafikverket, TRV2021/141044

2021-12-03

Vedlegg 1 MEPDG: Utfordringer og «lessons learned»

What, if any, issues have impeded the implementation of the MEPDG/AASHTOWare Pavement ME Design™

Answer Options	Response Percent	Response Count
Limited time available	67.4	29
Availability of materials data/materials characterization	46.5	20
Availability of pavement performance data	39.5	17
Availability of traffic data	34.9	15
Funding restrictions	32.6	14
Availability of information related to the existing pavement structure	30.2	13
Resistance to change from current procedures	20.9	9
Justification of benefits for implementing more advanced procedure	20.9	9
No designated champion	11.6	5
No issues	7.0	3
Additional issues that have impeded implementation ¹	32.6	14

¹Local calibration, software availability, designs are too thin to be plausible for some cases, limited confidence in distress prediction, changing versions of the software, effort required to implement (viewed as a monumental task), Industry questioning validity of local calibration results, known limitations of the software and its models that haven't been addressed/fixed to date, time for consultant to finish work, learning curve is long and steep, *MEPDG* designs require thicker asphalt than our current agency practice, however *MEPDG* designs require thinner concrete than our current agency practice, and not impeded so much as just taking a measured approach, of which time is a factor.

Please provide any challenges or lessons learned during the evaluation and implementation of the MEPDG/AASHTOWare Pavement ME Design™.

Calibration is very time consuming and run time of software is objectionable.

Do not assume that all of the existing pavement layer/materials properties are readily available from as-built plans and other records to perform local calibration. An agency should confirm this before deciding to move forward with implementation. If the data are not available and the agency wants to locally calibrate, then that agency needs to plan an expensive field sampling/ testing effort.

Challenge in bringing everyone to the table. We have used research projects to do some of the work, but didn't have the software in hand when that started so some of the work was not productive.

Obtaining reliable pavement condition data. There have been changes over time that have not been consistent. The guide is too complex for most practicing engineers. It will require significant training for our engineers to use with confidence.

The comfort level that the designers have with the AASHTO 1993 Guide and shifting the way of thinking to the way the MEPDG evaluates the design and presents performance outputs.

Significant amounts of work needed to be done for material characterization.

Recommend design tables need to be developed to avoid widely varying inputs and output across all districts, and minimize design variability.

Full implementation across all regions will be difficult due to shrinking workforce, budget cuts, and added effort to conduct training for MEPDG/AASHTOWare Pavement ME Design™. Agency will continue evaluating and implementing MEPDG/ME where practical from a headquarters level and particularly use the software as an analysis tool.

Realistic timelines are needed for the calibration/validation process.

Major challenge is lack of resource to do local calibration and training to regional staff.

ME is forcing us to make pavement design a more department-wide effort. This is good from the standpoint that employees (e.g., material experts) who may not have understood how their area

impacted pavement designs now see a connection between what they do and the final cross section. A general lack of specific knowledge about the models used in ME can be a hindrance. Use of existing design procedures for a long period has created a feeling of comfort that when confronted with the complexity of ME, there is resistance to change.

Resistance to change from empirical design to AASHTOWare Pavement ME Design™ by district officers.

Traffic is the most important thing that has to be resolved. Have a buy-in early on from the executive staff. Show the executive staff the benefits. The AASHTOWare Pavement ME Design™ is not perfect but a lot better than the AASHTO 1993 Guide. Have a committee to oversee the implementation but only the chair of the committee making the final decision. Be open-minded. Do not make the design to the precision of 0.1 in., be realistic. Know well about construction and its limitations. Deal with materials office and geotechnical engineering office early on.

How can we evaluate new materials if the new materials are not locally calibrated? In-place materials rarely have the same properties as design materials. In-place material properties are an unknown. How can we differentiate between total rutting and AC rutting. Do we need to cut a trench? Our condition rating has 30 years of data, will the department abandon these data to only collect MEPDG data, this is questionable. Our department's success to date regarding pavement design makes change difficult. We are not comfortable with the risk of thinner pavements.

Seems the program is still evolving.

Pavement management gap in terms of performance predictions, materials, and traffic. The outdated empirical methods were based on serviceability (smoothness). Those designs were never validated in terms of performance.

"Software version changes." Working with other bureaus (specifically the bureau in which the traffic section resides) has been difficult, simply because of boundaries and unfamiliarity of one with the other, and the work that they do.

Don't rush the process. We thought we'd be ready several years ago, then backed off. When we finally implement, to some degree anyway (within the next few months, most likely), we'll feel more assured of what we're doing.

Vedlegg 2 Retningslinjer for kalibrering av MEPDG (2010)

*Implementation of the AASHTO Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide and Software, A Synthesis of Highway Practice
NCHRP Synthesis 457, 2014*

The performance prediction models contained within the *MEPDG* have been nationally calibrated using the in-service pavement material properties, pavement structure, climate and truck loading conditions, and performance data obtained from the LTPP program. The *MEPDG* performance prediction models may or may not account for site specific conditions (e.g., unique traffic loadings, soil conditions, material properties). According to the *MEPDG Local Calibration Guide*, it is highly recommended that each agency conducts an analysis of the *MEPDG* results to determine if the nationally calibrated performance models accurately predict field performance (AASHTO 2010). If not, the performance prediction models used in the *MEPDG* may require calibration to local conditions. Because of the limited availability of site specific measured properties (Level 1), the *MEPDG* performance prediction models are primarily based on Level 2 and Level 3 inputs (AASHTO 2010).

To aid in local calibration efforts, AASHTO has published the *Guide for the Local Calibration of the Mechanistic- Empirical Pavement Design Guide* (AASHTO 2010). The *Calibration Guide* provides the following procedures for calibrating the *MEPDG* to local conditions:

Step 1. Select hierarchical input level.

Selection of the hierarchical input level is a policy-based decision that can be influenced by the agency's field and laboratory testing capabilities, material and construction specifications, and traffic collection procedures and equipment. An agency may choose different hierarchical input levels depending on data availability.

Step 2. Develop experimental plan and sampling template.

Selection of pavement segments (and replicates, if possible) that represent the agencies standard specifications, construction and design practices, and materials. Selected pavement segments could represent a variety of design types (i.e., new, reconstructed, rehabilitated), pavement types, traffic levels (or facility), and climate. LTPP or other research test sections may also be included in the experimental plan.

Step 3. Estimate sample size.

Ensure that the proper number of pavement segments is included in the calibration effort so that the results are statistically meaningful. The recommended minimum number of pavement segments includes:

- Rut depth and faulting: 20 pavement segments.
- Alligator and longitudinal cracking: 30 pavement segments.
- Transverse slab cracking: 30 pavement segments.
- Transverse cracking: 26 pavement segments.
- Reflection cracking: 26 pavement segments.

Step 4. Select roadway segments.

Selection of applicable roadway segments, replicate segments, LTPP sites, and research segments to fill the experimental plan developed in Task 2. It is recommended that selected pavement segments have at least three condition observations over an 8- to 10-year period.

Step 5. Evaluate project and distress data.

Verify that the required input data (e.g., material properties, construction history, traffic, measured condition) are available for each selected pavement segment (refer to *MEPDG* for a detailed list of input requirements). If discrepancies exist between an agency and the LTPP *Distress Identification Manual* (Miller and Bellinger 2003) data definitions and/or measurement protocols, the agency data may require conversion to meet the *MEPDG* format. Check pavement segments to ensure they encompass an ample condition range. The *MEPDG* recommends that the average maximum condition level exceed 50% of the design criteria. For example, if an agency's rut depth threshold is 0.50 in., the average maximum rut depth of the pavement segments would be at least 0.25 in.

Step 6. Conduct field testing and forensic investigation.

This step includes conducting field sampling and testing of pavement segments to obtain missing data, if necessary.

Step 7. Assess local bias.

Plot and compare the measured field performance to the *MEPDG* predicted performance (at 50% reliability) for each pavement segment. Evaluate each performance prediction model in relation to:

- Prediction capability—linear regression of the measured and predicted condition values, compute the *R*-square value. Generally, *R*-square values above 0.65 are considered to have good prediction capabilities.
- Estimate the accuracy—calculate the means of the standard error of the estimate (S_e) and compare with the *MEPDG* performance prediction models (Table 3).
- Determine the bias for each performance prediction model (i.e., hypothesis testing). If the null hypothesis is rejected, the performance prediction model should be recalibrated. If the null hypothesis is accepted (i.e., no bias), compare the S_e of the local data with the globally calibrated data (see Step 9).

Step 8. Eliminate local bias.

If the null hypothesis is rejected in Step 7, significant bias exists. Determine the cause of the bias, remove the bias, if possible, and rerun the analysis using the adjusted calibration coefficients. Features to consider in removing bias include traffic conditions, climate, and material characteristics.

Step 9. Assess standard error of the estimate.

In this step, the S_e for the locally calibrated models is compared with the S_e of the *MEPDG* performance prediction models and checked for reasonableness. Reasonable S_e values are provided in Table 4.

Potential courses of action include:

- For errors that are not statistically significantly different, use the locally calibrated performance prediction model coefficients (go to Step 11).

- For errors that are statistically significantly different, and the S_e of the locally calibrated performance prediction model is less than the *MEPDG* performance prediction model, use the locally calibrated performance prediction model coefficients (go to Step 11).
- For errors that are statistically significantly different, and the S_e of the locally calibrated performance prediction model is greater than the *MEPDG* performance prediction model, the locally calibrated performance prediction model should be recalibrated to lower the standard error. Alternatively, the locally calibrated performance prediction model could be accepted knowing it has a higher standard error than the *MEPDG* performance prediction model.

Step 10. Reduce standard error of the estimate.

If the standard error cannot be reduced, proceed to Step 11.

If the standard error can be reduced, determine if the standard error of each cell of the experimental matrix is dependent on other factors and adjust the local calibration coefficients to reduce the standard error (Table 5).

Step 11. Interpretation of the results. Compare the predicted distress (and IRI) with measured distress to verify that acceptable results are being obtained.

For henviste tabeller; se:

Implementation of the AASHTO Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide and Software
A Synthesis of Highway Practice
NCHRP Synthesis 457, 2014

Vedlegg 3 PMS Objekt versionshistorik

Dessa förändringar sedan version 4.2:

- Stöd för kraven som ställs i TRVK Väg.
- Trafikberäkningen utökad med nya korrigeringsfaktorer för beräkning av Bjust då detta krävs.
- Samtliga vintrar till och med säsongen 2011/2012 nu i VViS databasen.
- Stöd för nya beräkningsregler vid byggande på lösa sedimentära jordarter. Detta gäller både materialval samt beräkning och utvärdering av resultat.
- Samtliga säsonger beräknas vid tjällyftsberäkningen, dimensionerande säsong är den som ger störst tjällyft.
- Stöd för bedömning av maximalt tjäldjup, möjligt att lägga på en korrigeringsfaktor.
- TRVK Väg samt TRVR Väg i PDF-format installeras tillsammans med programmet. Dessa finns under menyvalet Dokument.
- Stöd för DK1 dimensionering. Observera att denna är under utvecklande.

Dessa förändringar finns i version 4.0.2:

- Utökad funktionalitet med avancerade bärighetsberäkningar för nybyggnad.
- Tjälberäkningsmodulen är utökad med komplett information om VViS stationerna samt fler temperaturfiler.
- Engelskt språkalternativ .
- Körs på .NET Framwork plattformen

Dessa förändringar finns i version 3.1.0:

- Grusvägsöverbyggnad kan endast användas om avancerat läge är aktiverat .
- Rättning av fel beräkning av tjällyft vid dubbla terrasser .
- Rättning av fel beräkning av kostnads- och volymberäkning

Dessa saker har tillkommit i version 3.0.2:

- Möjlighet att ha flera fönster öppna samtidigt.
- Länkning till dokument t.ex. ATB Väg av typerna pdf, doc, xls och exe.
- Begränsningar vid val län-klimatzon.
- Geometri för avsnitt som påverkar volym och kostnadsberäkningen.



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag