

KALIBRERINGSMETOD FÖR SAMPERS 4

UTVECKLING, IMPLEMENTERING OCH RESULTAT

2022-11-14



KALIBRERINGSMETOD FÖR SAMPERS 4

Utveckling, implementering och resultat

KUND

Trafikverket

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Sandra Samuelsson, sandra.samuelsson@wsp.com, 010-722 85 65

Sida Jiang, sida.jiang@wsp.com, 070-231 68 77

UPPDRAGSNAMN
Sampers 4 kalibrering

UPPDRAGSNUMMER
10319187

FÖRFATTARE
Sandra Samuelsson

DATUM
2022-07-08

ÄNDRINGSDATUM
2022-11-14

Granskad av
Karin Brundell-Frej, Daniel
Sahlgren och Sida Jiang

Godkänd av
Leonid Engelson

INNEHÅLL

1	INLEDNING	4
2	INDELNINGAR AV KALIBRERINGSMÅL	5
2.1	LÄNSGRUPP	5
2.2	BIL- OCH KÖRKORTSINNEHAV	6
2.3	PERIODKORTSINNEHAV	7
2.4	RESEGENERERING	7
2.5	FÄRDMEDELSVAL	8
2.6	MEDELRESLÄNGD	8
2.7	SNITT	8
3	KALIBRERINGSMETOD	11
4	IMPLEMENTERING AV KALIBRERINGSMETOD	13
4.1	MODELLSTEG TABELL_KAL	14
4.1.1	Kalibreringstillskott på agentnivå	16
4.1.2	Kalibreringsvariabler på OD-nivå	17
4.2	CALIBRATION TARGETS	18
4.2.1	Bil- och körkortsinnehav	20
4.2.2	Periodkortinnehav	22
4.2.3	Resegenerering	22
4.2.4	Färdmedelsval	22
4.2.5	Medelreslängd	23
4.2.6	Snitt	23
4.3	INSTÄLLNINGAR FÖR KÖRNING	24
4.3.1	Inställningar för kalibrering	24
4.3.2	Inställningar för "falskt" kalibreringsläge	28
5	RESULTAT AV KALIBRERING	29
5.1	VALIDERING AV KALIBRERINGSPARAMETRAR	30
5.2	VALIDERING AV MÅLUPPFYLLELSE	34
5.3	VALIDERING AV RESULTAT	36
6	BILAGOR	39

1 INLEDNING

Under 2014–2018 skattades de regionala reseefterfrågemodellerna för Sampers 4 baserat på resvaneundersökningen RES 2005/2006¹. Modellerna fick delvis ny struktur och nya parametrar jämfört med Sampers 3, men bygger fortfarande på den så kallade fyrstegsmodellen. Ytterligare en nyhet i Sampers 4 är att bilinnehavsmodellen ingår som en del i efterfrågemodellen. Implementeringen av Sampers 4 har gjorts med disaggregerade regionala efterfrågemodeller baserade på syntetisk befolkning (individbaserad simulering) i Emme Agent och Emme Flow.

Kalibrering är ett viktigt steg för att den reseefterfråga som modellen beräknar ska ge en realistisk beskrivning av trafiken för nuläget (i detta fall år 2017). Kalibrering motiveras av att trafikmodellerna har svagheter som gör att trafikflödena/resenärlarna i modellen ofta avviker från uppmätta trafik- och resenärsflöden. Trots detta innehåller de modellparametrar som skattats för modellen värdefull information om resenärens beteenden. Kalibreringen är ett sätt att försöka bibehålla denna värdefulla information, samtidigt som modellen anpassas så att den passar bättre med empiri på aggregerad nivå. Det finns här en avvägning mellan förbättring av modellerade resultat med avseende på överensstämmelse med empiri och bibehållandet av informationen i skattade parameter.

WSP har fått i uppdrag av Trafikverket att genomföra och dokumentera framtagandet av underlag för kalibrering av de fem regionala reseefterfrågemodellerna, inklusive bilinnehavsmodellen, i Sampers 4. Uppdraget innefattar även att utveckla, programmera, testa och dokumentera en metod för kalibrering. Denna rapport beskriver utvecklingen och implementering av kalibreringsmetoden till Sampers 4. Framtagandet av kalibreringsmål finns beskrivet i rapporten *"Kalibreringsmål för Sampers 4 – indelningar och metod"* (WSP 2022).

Arbetet har skett i nära samarbete med Trafikverkets styrgrupp (Leonid Engelson och Svante Berglund) samt med rådgivning från nationell expertgrupp (prof. Karin Brundell-Freij och prof. Staffan Algers) och internationell expertgrupp (prof. Andrew Daly och prof. Luis Willumsen).

Utvecklingen av kalibreringsmetoden har skett från hösten 2021 till sommaren 2022. Inledningsvis var varken Emme Flow och Agent eller implementationen av Sampers 4 i Emme Flow och Agent färdigutvecklade. Därmed har flera olika tester och uppdateringar varit nödvändiga under arbetets gång.

Kalibreringsmetoden har utvecklats för att passa alla regionala modeller, men där alla tester har gjorts med den regionala Skåne-modellen². Denna rapport fokuserar på den slutgiltiga kalibreringsmetoden för Sampers 4 men belyser också vunna insikter under arbetets gång.

¹https://www.trafikverket.se/contentassets/773857bcf506430a880a79f76195a080/2018/sampers_4_skattning_av_regionala_efterfragemodeller_samman.pdf.

² Inledningsvis gjordes även test med den regionala modellen Palt när inte Skåne var färdigutvecklad i Sampers 4 för inläring av nya Emme Agent.

2 INDELNINGAR AV KALIBRERINGSMÅL

Framtagandet av kalibreringsmål baserade på RVU och andra datakällor finns beskrivet i rapporten *"Kalibreringsmål för Sampers 4 – indelningar och metod"* (WSP 2022). Kalibreringen i detta arbete har endast gjorts på regionala resor, dvs. resor som genereras i Sverige (eller Själland för resor över Öresund) där fågelavståndet mellan centroiderna för start och mål är kortare än 100 km. Kalibreringsmålen är i huvudsak definierade som 80%-konfidensintervall. För ett fåtal mål har relevanta osäkerhetsintervall definierats utifrån andra utgångspunkter. I detta kapitel beskrivs hur kalibreringsmålen har delats in.

Kalibreringsmålen har tagits fram för:

- **Bil- och körkortsinnehav:** andel individer som tillhör motsvarande segment baserat på hushållstyp, bil- och körkortinnehav per länsgrupp
- **Periodkortsinnehav:** andel individer som har periodkort för kollektivtrafik inom respektive segment per länsgrupp
- **Resegenerering:** totalt antal regionala turer per ärende per respektive länsgrupp
- **Färdmedelsval:** antal regionala turer per kombinationer av färd sätt och ärenden per respektive länsgrupp
- **Medelreslängd:** medelreslängden för regionala turer per kombinationer av färd sätt och ärenden per respektive länsgrupp
- **Snitt:** antal regionala turer per kombinationer av färd sätt och ärenden över s.k. snittrelationer för tre regionala delmodeller i Sampers: Saltsjö-Mälarsnittet (Samm), Göta Älvsnittet (Väst) och Öresund (Skåne).

Detta resulterar i totalt 1 034 kalibreringsmål för Sampers 4. För explicita målvärden (konfidensintervall/osäkerhetsintervall) se Bilaga 1 – Targets.

För varje kalibreringsmål tas en unik kalibreringsparameter fram, dvs. det är lika många kalibreringsparametrar som kalibreringsmål.

2.1 LÄNSGRUPP

Alla kalibreringsmål är uppdelade i länsgrupper. I Sampers finns det fem regionala modeller, Palt, Samm, Skåne, Sydost och Väst, som i sin tur är uppdelade i länsgrupper enligt Tabell 1. Vilken länsgrupp som turen tillhör avgörs i vilken länsgrupp som personen som har utfört turen startade i. Ingen kalibrering görs för Danmark (länsgrupp 32), med ett undantag för antalet resor över Öresund som startar i Danmark (per färdmedel och aggregerat ärende, se avsnitt 2.7).

Tabell 1. Länsgrupper i Sampers 4

Länsgrupp	Län	Regional modell	Nummer för länsgrupp
Palt	20, 21, 22, 23, 24, 25	Palt	1
Sto	1	Samm	21
Mal	3, 4, 9, 18, 19	Samm	22
Skane	12	Skane	31
DK	Själland, Mön, Lolland och Falster	Skane	32
Sydost	5, 6, 7, 8, 10	Sydost	4
Vast	13, 14, 17	Vast	5

2.2 BIL- OCH KÖRKORTSINNEHAV

Bilnehavsmodellens kalibreringsmål är definierade som andelen individer som faller i vart och ett av valmodellens alternativ för bil- och körkortsinnehav, inom varje modellerat segment (hushållstyp per länsgrupp), se Tabell 2. Summan av andelarna inom ett segment måste vara 1. Därför kalibreras inte alternativ 1 (C1) inom varje segment för att inte överanpassa modellen med bristande förmåga att göra prognoser som följd.

Viktigt att notera är att segment 1-3 avser bil- och körkortstillgänglighet inom individens *hushåll*, medan segment 3:1 avser körkortstillgänglighet för de *individer* i segment 3 som tilldelats visst alternativ för hushållets bil- och körkortstillgänglighet.

Kalibreringsparametern för bil- och körkortsinnehav får namnet enligt {Segment}_{Alternativ}_{Länsgrupp}, till exempel *Car_It_18_C2_Sto*, *CL2_C3_Palt* och *CL2L1_C2_Skane*.

Tabell 2. Segment i modellerna för bil- och körkortsinnehav

Segment baserat på hushållstyp	Beskrivning	Alternativ	Bil och körkort (KK) i hushållet
(1) Car_It_18	Biltillgänglighet i hushåll för personer < 18 år	C1	0 bil
		C2	>0 bil
(2) CL1	Bil- och körkortstillgänglighet för hushåll med en vuxen	C1	0 KK
		C2	>0 KK, 0 bil
		C3	>0 KK, >0 bil
(3) CL2	Bil- och körkortstillgänglighet för hushåll med minst två vuxna	C1	0 KK
		C2	1 KK, 0 bil
		C3	1 KK, >0 bil
		C4	>1 KK, 0 bil
		C5	>1 KK, 1 bil
(3:1) CL2L1 ³	Körkortstillgänglighet för individen i hushåll med minst två vuxna och ett körkort	C1	0 KK (individ)
		C2	1 KK (individ)

³ För segment 3:1 har Trafikverket tagit fram mål.

2.3 PERIODKORTSINNEHAV

Kalibreringsmålen för periodkortsinnehav är uppdelade på tre segment enligt Tabell 3. Kalibreringsparametern för periodkortsinnehav får namnet enligt $\text{Periodkort}\{\text{Segment}\}_{\text{C2}}^4_{\{\text{Länsgrupp}\}}$, till exempel *PeriodkortA_C2_Sto*, *PeriodkortEAU_C2_Palt* och *PeriodkortEAV_C2_Skane*.

Tabell 3. Segment i modellen för periodkortsinnehav

Segment baserat på förvärvsarbete och ålder	Beskrivning
A	Förvärvsarbetande
EAU	Unga (< 20 år) ej förvärvsarbetande
EAV	Vuxna (>= 20 år) ej förvärvsarbetande

2.4 RESEGENERERING

Resegenereringen (totalt antal resor) kalibreras per ärenden enligt Tabell 4. Kalibreringsparametern för resegenerering får namnet enligt $\text{Gen}_{\{\text{Ärende}\}}_{\{\text{Länsgrupp}\}}$, till exempel *Gen_Arb_Sto*, *Gen_Sko1_Palt* och *Gen_Ovr_Skane*.

Tabell 4. Reseärenden i Sampers 4

Nummer	Ärende	Beskrivning
1	Arb	Arbete
2	TB	Tjänsteresa, bostadsbaserad
3	TA	Tjänsteresa, arbetsplatsbaserad
4	Sko1	Grundskola (<= 16 år)
5	Sko2	Gymnasium (>= 17 år och <= 19 år)
6	Sko3	Vuxenutbildning (< 65 år)
7	Bes	Besöka släkt och vänner
8	Rek	Rekreation
9	Skj	Eskortera (skjutsa)
10	Ser	Service, barntillsyn, vård
11	ID	Inköp av dagligvaror
12	IS	Inköp av sällanvaror
13	Ovr	Övrigt (övriga privata resor)

⁴ Modellen har bara två alternativ (C1: har ej periodkort; C2: har periodkort). Därför finns bara en kalibreringsparameter, C2.

2.5 FÄRDMEDELSVAL

Kalibreringsmålen för färdmedelsvalet (antal resor) är uppdelade efter de 13 olika ärenden enligt Tabell 4 och de fem olika färdmedlen enligt Tabell 5.

Kalibreringsparametern för färdmedelsval får namnet enligt {Ärende}_{Färdmedel}_konst_{Länsgrupp}, till exempel *Arb_B_konst_Sto*, *Sko1_K_konst_Palt* och *Ovr_C_konst_Skane*.

Tabell 5. Färdmedel i Sampers 4

Nummer	Färdmedel	Beskrivning
1	B	Bil som förare
2	P	Bil som passagerare
3	K	Kollektivtrafik
4	G	Gång
5	C	Cykel

2.6 MEDELRESLÄNGD

Kalibreringsmålen för medelreslängd är uppdelade efter ärendena enligt Tabell 4 och färdmedlen enligt Tabell 5. Kalibreringsparametern för medelreslängd får namnet enligt {Ärende}_{Färdmedel}_avst_{Länsgrupp}, till exempel *Arb_B_avst_Sto*, *Sko1_K_avst_Palt* och *Ovr_C_avst_Skane*.

2.7 SNITT

Det har definierats så kallade snitt för tre regionala delmodellerna i Sampers: Saltsjö-Mälarsnittet (Samm), Göta Älvsnittet (Väst) och Öresundsnittet (Skåne). Turer över snitten definieras baseras på start- och målzon enligt indelningarna i Figur 1, Figur 2 och Figur 3 samt Tabell 6.

För arbetsresor över Öresund var första tesen att kalibreringsmålen inte kunde vara riktningsuppdelade på grund av cross-fratarjusteringen av arbetsresor (i Emme Agent kallas det dubbelbegränsad modell). Detta uppfattades vara ett problem i Skåne-modellen då indelningen av zoner för snitten sker för alla zoner i denna modell, medan det för övriga regionala modeller finns zoner som inte berörs av snittkalibreringen (partions i Emme = gp0). Med kalibreringsmål som inte var riktningsuppdelade för resor över Öresund gav den kalibrerade modellen en skev fördelningen mellan turer som startar i Sverige respektive Danmark. För arbetsresor över Öresund var det enligt modellen för bil som förare 65% som startade sin tur i Sverige och endast 18% för kollektivtrafik.

Kalibreringsmålen, baserade på empiri, ger dock att av alla resor över Öresund startar 80–90% i Sverige. Därmed testades riktningsuppdelade kalibreringsmål för arbetsresor över Öresund. Den kalibrerade modellen återseglar då empirin bättre där 83% av turerna med bil som förare startade i Sverige och 69% för kollektivtrafik. Därmed beslutades att tillämpa riktningsuppdelade kalibreringsmål även för arbetsresor i Skåne.

Antal turer över snittet tas ut för kombinationer av ärende, färdmedel och riktning. På grund av färre observationer över snittet har ärendena

aggregerats till fyra aggregerade ärenden för region Samn och Väst, se Tabell 7, och sex aggregerade reseärenden för region Skåne, se Tabell 8 .

Kalibreringsparametern för resor över snitt får namnet enligt Snitt_{Riktning}_{Ärenden}_{Färdmedel}_{Länsgrupp}, till exempel Snitt_12_Arb_Sko1_Sko2_Sko3_B_Sto, Snitt_21_TA_TB_P_Vast och Snitt_12_Rek_K_Skane.

Tabell 6. Riktningar för snitt i Sampers 4

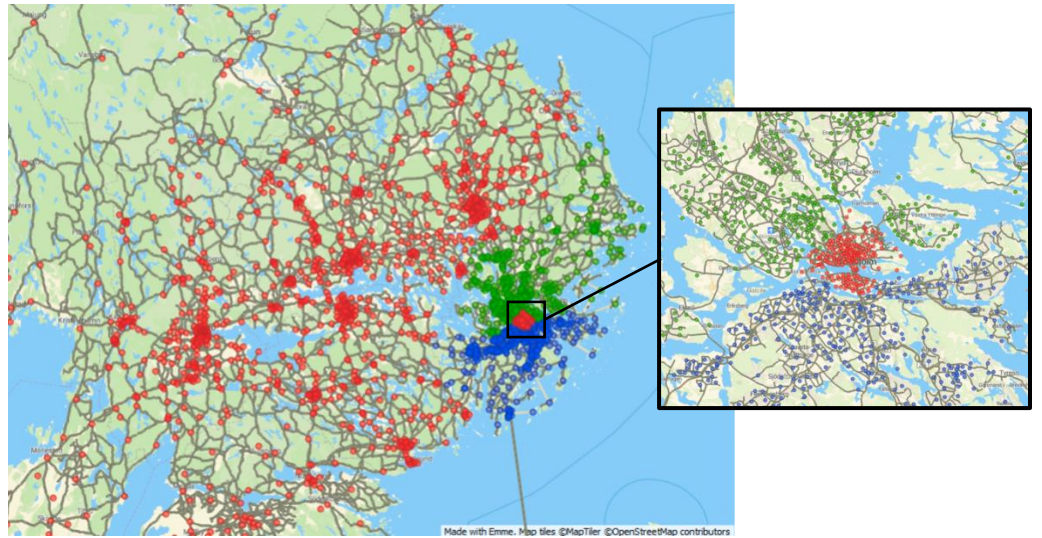
Riktning	Nummer	Beskrivning
12	1	gp=1 till gp=2
21	2	gp=2 till gp=1

Tabell 7. Aggregering av ärenden för snittrelationer för region Samn och Väst

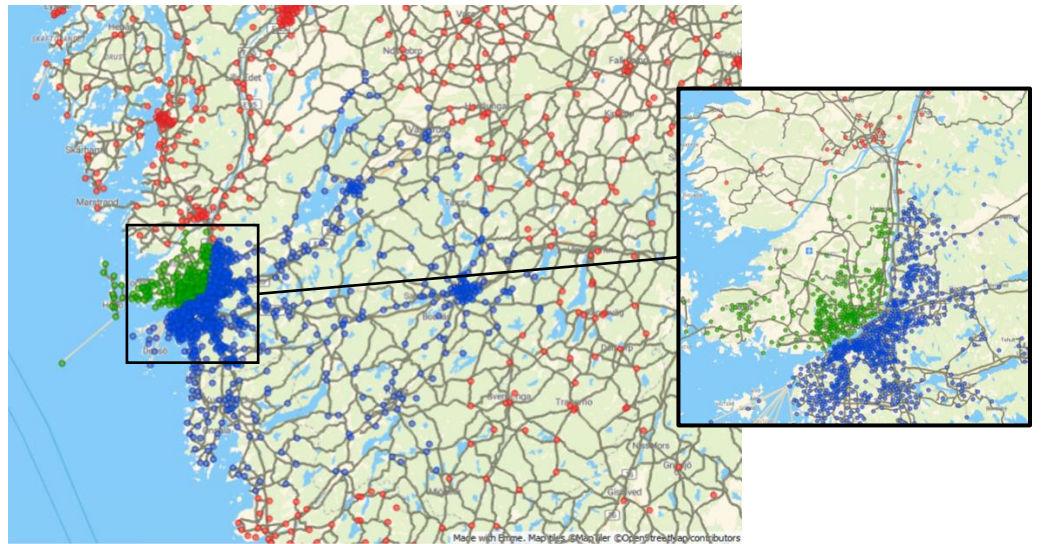
Aggregerat ärende för snittkalibreringen	Ärenden	Beskrivning
Pendel	Arb_Sko1_Sko2_Sko3	Arbete, Grundskola, Gymnasium, Vuxenutbildning
Tjänste	TA_TB	Tjänsteresa, bostad- och arbetsplatsbaserad
Inköp, rekreation och besök	ID_IS_Rek_Bes	Inköp av dagligvaror och sällanvaror, Rekreation, Besöka släkt och vänner
Övriga	Skj_Ser_Ovr	Eskorterera (skjutsa), Service, barntillsyn, vård, Övrigt (övriga privata resor)

Tabell 8. Aggregering av ärenden för snittrelationer för region Skåne

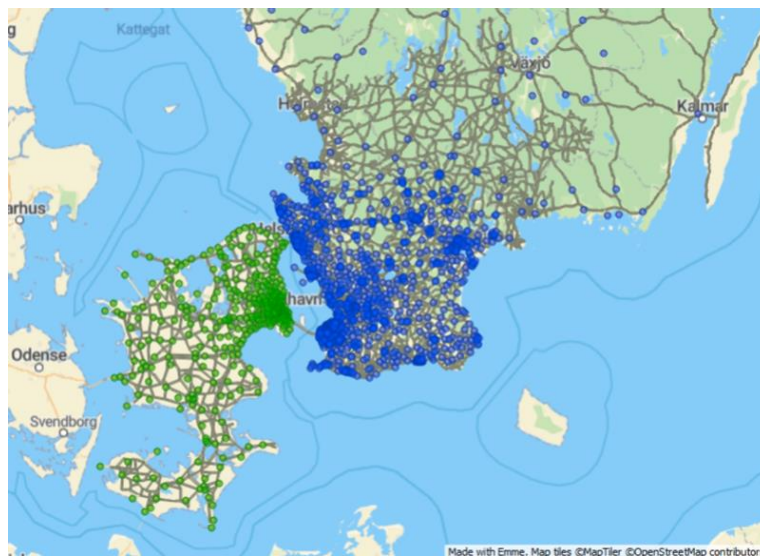
Aggregerat ärende för Öresundsnitt	Ärenden	Beskrivning
Arbete	Arb	Arbete
Övriga	ID_IS_Skj_Ser_Ovr	Eskorterera (skjutsa), Service, barntillsyn, vård, Övrigt (övriga privata resor)
Rekreation	Rek	Rekreation
Besök	Bes	Besöka släkt och vänner
Skola	Sko1_Sko2_Sko3	Grundskola, Gymnasium, Vuxenutbildning
Tjänste	TA_TB	Tjänste



Figur 1. Definition av zoner för Saltsjö-Mälarsnittet i Samn. Grön zon (gp=1) är norra Stockholms län exkl. Stockholms innerstad, blå zon (gp=2) är södra Stockholms län exkl. Stockholms innerstad samt röd zon är övriga zoner, inkl. Stockholms innerstad.



Figur 2. Definition av zoner för Älvsnittet i Väst. Grön zon (gp=1) är västra delen, blå zon (gp=2) är östra delen samt röd zon är övriga zoner.



Figur 3. Definition av zoner för Öresundsområdet i Skåne. Grön zon (gp=1) är Danmark och blå zon (gp=2) är Sverige.

3 KALIBRERINGSMETOD

Syftet med kalibreringen är att justera modellens samband så att modellberäknade prediktioner för ett nuläge på aggregerad nivå, och i vissa utpekade avseenden, stämmer överens med den bild av samma nuläge som man kan få från andra källor. (huvudsakligen RVU-data). Som nuläge för kalibreringen används kalibreringsårets vardagsmedeldygn.

Kalibreringen genomförs genom att varje nyttofunktion i valmodellerna modifieras så att ett *kalibreringstillskott* läggs till som justerar nivån på alternativets nytta. I prognossituationer kommer samma tillskott att användas, både i jämförelsealternativet (JA) och i utredningsalternativet (UA).

Kalibreringstillskottet är en funktion av så kallade *kalibreringsparametrar*. Målet med kalibreringen är att successivt anpassa varje kalibreringsparameter så att modellens prediktioner, när kalibreringstillskotten beaktas, faller inom de acceptabla intervall som utpekats i olika dimensioner (kalibreringsmålen). Det finns lika många kalibreringsparametrar som kalibreringsmål. I beräkningen av kalibreringstillskottet kombineras de kalibreringsparametrar som är relevanta för just det alternativet för just den agenten. Det innebär till exempel att tillskotten i bilinnehavsmodellen kommer att skilja sig mellan olika agenter (beroende på vilken sorts hushåll de tillhör), och tillskotten i färdmedelsvals och destinationsvalsmodellerna kommer att skilja sig mellan alternativ som representerar olika färdmedel, ärenden och OD-relationer (se mer om denna distinktion i avsnitt 4.1.1 respektive 4.1.2). I kalibreringstillskotten i destinationsvalsmodellen ingår, utöver de kalibreringsparametrar som styr mot önskad fördelning av destinationer (se avsnitt 2.6 och 2.7), även de kalibreringsparametrar som styr mot önskad färdmedelsfördelning (se avsnitt 2.5). Dessa parametrar kommer att påverka färdmedelsvalet via den så kallade logsumman. (Logsumman väger samman färdmedlets nytta/uppoffring utifrån de nyttor som färdmedlet innebär till alla enskilda destinationer.). För att minska komplexiteten kombineras effekten av alla de kalibreringsparametrar som påverkar nyttan för ett givet OD-alternativ i beräkningarna till ett samlat tillskott.

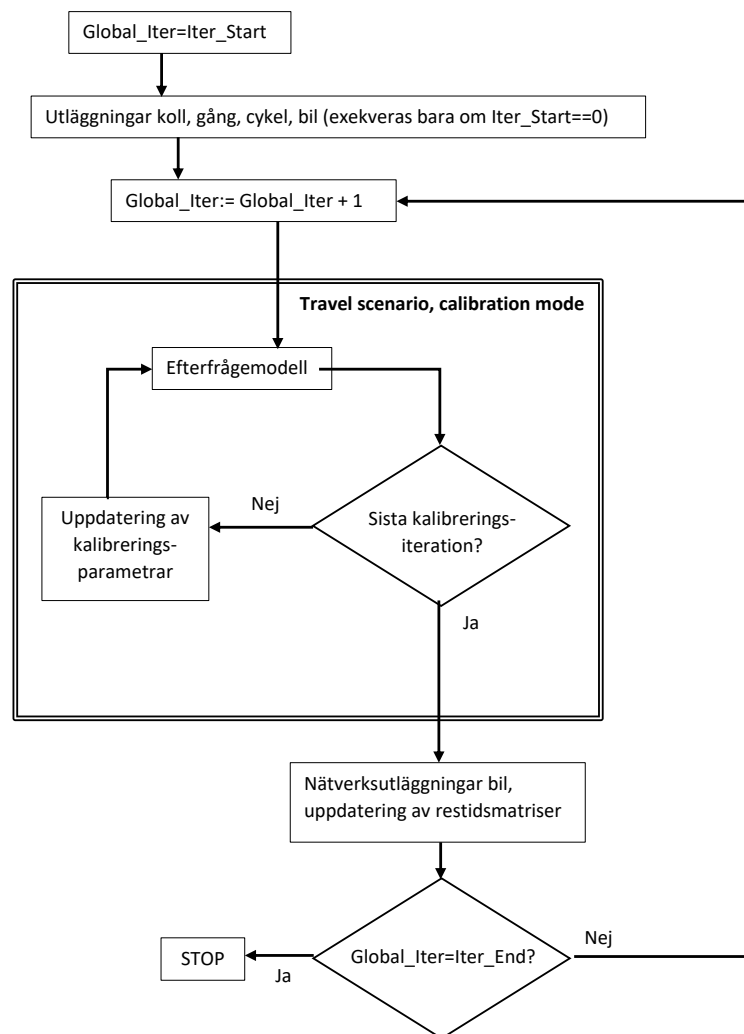
Eftersom separata kalibreringsmål fastslagits för olika länsgrupper kommer tillskotten också att variera beroende vilken länsgrupp agenten är bosatt i.

Kalibreringsmetoden i Sampers 4 bygger på Emme Agents kalibreringsfunktion. För att förenkla arbetet med kalibreringen förs kalibreringsparametrarna (som beräknas av programmets kalibreringsrutin) över på agenterna respektive zonerna (relationer mellan zoner) via tabellverktyget i Emme Agent (*Tabell_Kal*). På så vis behöver endast två modellsteg ändras för att hantera kalibreringen, *Tabell_Kal* och *Calibration Targets*.

Tabellsteget *Tabell_kal* exekveras i början av modellpaketet i Emme Agent och beräknar det aktuella tillskottet, baserat på aktuella kalibreringsparametrar, till varje nyttofunktion i agenttabellen respektive OD-tabellen (se mer information i avsnitt 4.1).

Modellsteget *Calibration Targets* exekveras sist i modellpaketet och justerar kalibreringsparametrarna inför nästa iteration, baserat på avvikelsen mellan aggregerade modellresultat och kalibreringsmålen (se mer information i avsnitt 4.2). Kalibreringsmålen kan här uttryckas i punktvärde eller intervall, men kalibreringen av Sampers 4 bygger genomgående på kalibreringsmål som är uttryckta som intervall.

Kalibreringsprocessen som tillämpas i Sampers 4 är alltså iterativ och påminner mycket om en s.k. produktionskörning (motsvarande regional Utbudsberäkning i Sampers 3), se Figur 4. Varje global iteration innebär att efterfrågemodellen och nätverksutläggningen av de genererade bilresorna exekveras vilket resulterar i bilrestider som används i nästa iteration. I kalibreringsläget exekveras efterfrågemodellen flera gånger mellan två utläggningar - varje gång med en nya uppdaterade kalibreringsparametrar.



Figur 4. Flödesschema över kalibreringsprocessen

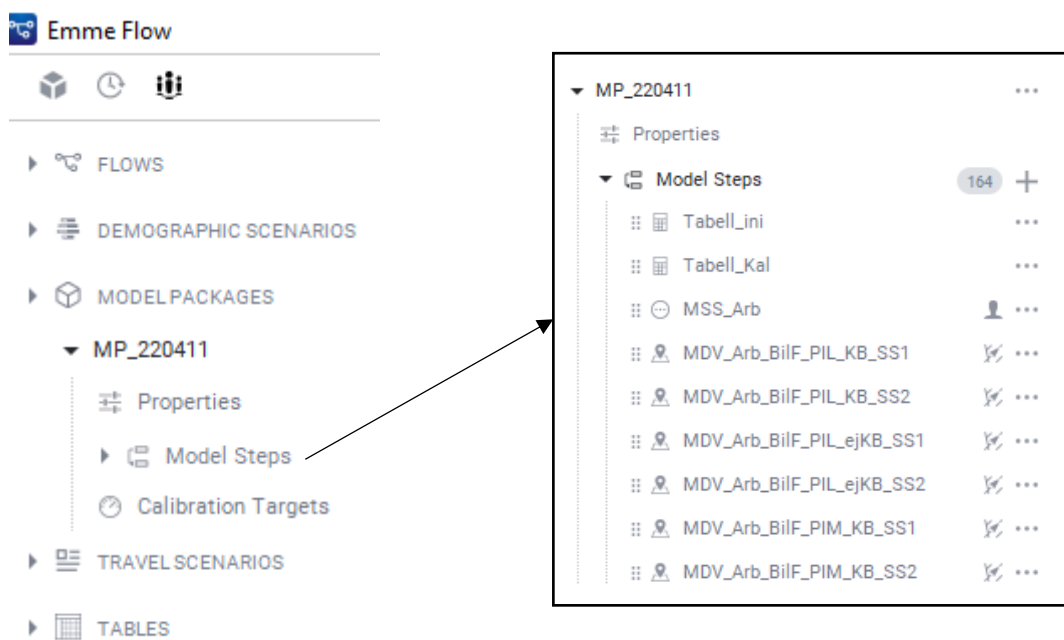
4 IMPLEMENTERING AV KALIBRERINGSMETOD

Den framtagna metoden för kalibrering av Sampers 4 innebär att kalibreringen görs genom att använda Emme Agents inbyggda funktion för kalibrering. För att köra kalibreringen behövs kalibreringsmålen vara definierade i *Calibration Targets* och modellsteget *Tabell_Kal* finnas med rätt uttryck i modellpaketet i Emme Agent.

Calibration Targets hittas i Emme Flow genom att öppna Emme Agent och gå till *Model Packages* och under det specifika modellpaketet ses *Calibration Targets* längst ner, se Figur 5. Genom att sedan utvidga *Model Steps* så hittas modellsteget *Tabell_Kal* för att beräkna kalibreringstillskottet (baserat på kalibreringsparametrarna) som sedan kommer in i nyttofunktionerna.

Dessa två tabeller skapas med WSPs egenutvecklade pythonskript implementerat i Emme notebook *Update_Calibration_targets.ipynb* med tillhörande underskrift *funcs.py* och Excel-fil *Skapa_Tabell_Kal*. Beskrivning av Emme notebook och Excel-fil ses i Bilaga 2 – Beskrivning av skript för kalibreringsmetod.

För att sedan utföra kalibreringen behövs vissa inställningar/ändringar göras i Flow.



Figur 5. Struktur i Emme Flow då Emme Agent har öppnats

4.1 MODELLSTEG TABELL_KAL

I modellsteget *Tabell_Kal* beräknas kalibreringstillskottet för respektive valdimension och alternativ som ska korrigeras på agent- eller OD-nivå baserat på kalibreringsparametrarna i *Calibration Targets*, agentens egenskaper och resans start- och målpunkt, se Figur 6. Kalibreringstillskottet går sedan in i en eller flera nyttofunktioner, se Figur 7.

Resultat av beräkningar i tabellsteget sparas i de generella tabellerna för agenter respektive zoner i *Travel scenario*.

Tabell_kal förutsätter att alla kalibreringsparametrar för alla regionala modeller finns i *Calibration Targets*. Agenten tilldelas kalibreringsparameter baserat på vart resan startar oavsett vilken regional modell som körs⁵. I denna testkalibrering för Skåne har kalibreringsparametrarna för övriga länsgrupper satts till noll under hela kalibreringsprocessen.

#	Table	Attribute name	Expression
1	Persons	Kal_Car_Ir_C2	$\text{constants.calibration_Car_Ir_C2_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_Car_Ir_C2_Sto} * (\text{hh.network_zone}.$
2	Persons	Kal_CL1_C2	$\text{constants.calibration_CL1_C2_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL1_C2_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
3	Persons	Kal_CL1_C3	$\text{constants.calibration_CL1_C3_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL1_C3_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
4	Persons	Kal_CL2_C2	$\text{constants.calibration_CL2_C2_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2_C2_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
5	Persons	Kal_CL2_C3	$\text{constants.calibration_CL2_C3_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2_C3_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
6	Persons	Kal_CL2_C4	$\text{constants.calibration_CL2_C4_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2_C4_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
7	Persons	Kal_CL2_C5	$\text{constants.calibration_CL2_C5_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2_C5_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
8	Persons	Kal_CL2_C6	$\text{constants.calibration_CL2_C6_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2_C6_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}.$
9	Persons	Kal_CL2L1_C2	$\text{constants.calibration_CL2L1_C2_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) + \text{constants.calibration_CL2L1_C2_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers}.$
10	Persons	Kal_Periodkort_C2	$\text{constants.calibration_Periodkort_C2_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal}=1) * (\text{P0_FORU}=1) + \text{constants.calibration_Periodkort_EAU_C2_Palt}.$
11	Persons	Kal_Gen_Arb	$\text{constants.calibration_Gen_Arb_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal} == 1) + \text{constants.calibration_Gen_Arb_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers}.$
12	Persons	Kal_Gen_TB	$\text{constants.calibration_Gen_TB_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal} == 1) + \text{constants.calibration_Gen_TB_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_ka}.$
13	Persons	Kal_Gen_TA	$\text{constants.calibration_Gen_TA_Palt} * (\text{hh.network_zone.Sampers_kal} == 1) + \text{constants.calibration_Gen_TA_Sto} * (\text{hh.network_zone.Sampers_ka}.$
...			
24	O-D	Kal_Arb_B	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_Arb_B_konst_Palt} + \text{constants.calibration_Arb_B_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampe}.$
25	O-D	Kal_Arb_P	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_Arb_P_konst_Palt} + \text{constants.calibration_Arb_P_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampe}.$
26	O-D	Kal_Arb_K	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_Arb_K_konst_Palt} + \text{constants.calibration_Arb_K_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampe}.$
27	O-D	Kal_Arb_G	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_Arb_G_konst_Palt} + \text{constants.calibration_Arb_G_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampe}.$
28	O-D	Kal_Arb_C	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_Arb_C_konst_Palt} + \text{constants.calibration_Arb_C_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampe}.$
29	O-D	Kal_TB_B	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TB_B_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TB_B_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
30	O-D	Kal_TB_P	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TB_P_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TB_P_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
31	O-D	Kal_TB_K	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TB_K_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TB_K_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
32	O-D	Kal_TB_G	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TB_G_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TB_G_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
33	O-D	Kal_TB_C	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TB_C_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TB_C_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
34	O-D	Kal_TA_B	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TA_B_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TA_B_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
35	O-D	Kal_TA_P	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TA_P_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TA_P_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
36	O-D	Kal_TA_K	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TA_K_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TA_K_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
37	O-D	Kal_TA_G	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TA_G_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TA_G_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
38	O-D	Kal_TA_C	$(\text{ozone.Sampers_kal}=1) * (\text{constants.calibration_TA_C_konst_Palt} + \text{constants.calibration_TA_C_avst_Palt} * \text{eudist} * (1/20)) + (\text{ozone.Sampers}.$
...			

Figur 6. Modellsteget Tabell_Kal

⁵ Trafikverket har efter detta projekt utvecklat metoden vidare och tagit fram olika metoder på hur kalibreringsparametrarna ska tillsättas, till exempel att kalibreringsparameter tillsätts istället baserat på vilken regionala modell som körs.

MRG_TB

Decision-maker Choice set Statistical model Temporary attributes Time-space constraints Utility expressions Result attributes

Tjänsteresa bostadsbaserad Utility specification type Long

Displaying 10 of 10 rows

	description	alternative_filter	alternative_expres...	agent_filter	agent_expression	coefficient
1	Konstant	Choice == 1				0.000000
2	Konstant 1 resa	Choice == 2				-3.555000
3	NA	Choice == 3				-999.000000
4	Hög inkomst	Choice == 2			PO_TMK > 30000	0.292800
5	Man	Choice == 2			PO_SEX == 1	0.597300
6	PALT	Choice == 2			Samreg == 1	0.528900
7	Junij-augusti	Choice == 2			(constants.dag	-0.226500
8	Juli	Choice == 2			(constants.dag	-0.597500
9	Lö-sön	Choice == 2			(constants.dag	-1.069000
10	Kalibreringskonsta...	Choice == 2			Kal_Gen_TB	1.000000

MDV_TB_B

Decision-maker Choice set Statistical model Temporary attributes Time-space constraints Utility expressions Result attributes

Impedance Displaying 9 of 9 rows

	description	alternative_filter	alternative_expres...	agent_filter	agent_expression	coefficient
1	Car_tl				od_TB_Tid + (n	-0.028430
2	CPT_costl				ln((constants.	-0.313700
3	Wom_C				PO_SEX == 2	-2.395000
4	Cent_Sl		Stblm_ic			-0.734500
5	NONAV Avst				od_Avs_DV > 10	-999.000000
6	NONAV KK				PO_KK == 0	-999.000000
7	NONAV tid				od_Biltid_HT <	-999.000000
8	Cent k		Komc			-0.531100
9	Kalibrering				od_Kal_TB_B	1.000000

Figur 7. Exempel på kalibreringsvariabeln (tillskottet) i nyttofunktioner

För att kunna utföra beräkningarna i *Tabell_Kal* krävs också att matriserna *Eudist* (euklidiska, dvs. fågelavståndet mellan centroider och *Snitt* (snittrelationer för respektive OD-par) finns sparade som OD-attribut. Det räcker inte, åtminstone i Emme 4.6.0, att dessa matriser är indata till Emme Agent (dvs. specificerade i *Input Schema* i modellpaketet), utan de behöver först beräknas i modellsteget *Tabell_ini* för att sparas i rätt format, se Figur 8. Detta var en workaround som INRO föreslog då OD-attributen inte hittades i senare modellsteg (*Tabell_Kal* och *Calibration Targets*). För *Snitt* sparas samma matris medan för *Eudist* beräknas också avståndet för inomzonsresor ($d_{i,i}$), enligt formeln nedan⁶:

$$d_{i,i} = \min(4, \max(0.2, \frac{\sqrt{zonytan_i}}{2}))$$

Tabell_ini

Tabell_ini

Attributes O-D relations

#	Table	Attribute name	Expression
73	O-D	eudist	<code>eudist + min(((max(0.2, sqrt(ozone.Zonarea/1000000)/2)) * (ozone.zone_id==dzone.zone_id)), 4.0)</code>
84	O-D	Snitt	<code>Snitt</code>

Figur 8. Modellsteget "Tabell_ini" med beräkning av *Eudist* och *Snitt*

I de två kommande delavsnitten beskrivs de olika fälten (kolumnerna) i *Tabell_Kal*. Hela *Tabell_Kal* ses i flik *Tabell_Kal* i Bilaga 4 – Sammanställning – S4 – Kal – Skåne.

⁶ Beräkning av fågelavstånd från okalibrerade modellen är dock olika från motsvarande kalibreringsmål, där kan fågelavstånd vara kortare än 0,2 om zonyta är mindre än 0,16 km² – motsvarar 8,4% av inomzonsresor och 1,5% av alla resor.

4.1.1 Kalibreringstillskott på agentnivå

För bil- och körkortsinnehav, periodkortsinnhav och resegenerering beräknas kalibreringstillskotten som skalärer med ett värde per agent. Agenter som bor i olika länsgrupper kommer att få olika tillskott men namnet på tillskottsvariabeln är samma för alla länsgrupper.

För bil- och körkortsinnehav är kalibreringstillskottet en separat skalär för varje kombination av segment och alternativ. För periodkortsinnhav blir det en skalär per segment, medan det för resegenerering blir en skalär per ärende.

Strukturen i *Tabell_Kal* för bil- och körkortsinnehav samt resegenerering ses i Tabell 9 och i Tabell 10 ses strukturen för periodkortsinnhav.

Tabell 9. Fält i *Tabell_Kal* för kalibreringstillskottet för bil- och körkortsinnehav samt resegenerering

Fält	Värde	Kommentar
table	Persons	Skalär med ett värde per agent
attribute_name	Kal_{kalibreringsparameter}, t.ex. Kal_CL2_C4 och Kal_Gen_Arb	Namn på kalibreringstillskott
expression	constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Palt * (hh.network_zone.Sampers_kal==1) +constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Sto * (hh.network_zone.Sampers_kal==21) +constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Mal * (hh.network_zone.Sampers_kal==22) +constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Skane * (hh.network_zone.Sampers_kal==31) +constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Sydost * (hh.network_zone.Sampers_kal==4) +constants.calibration_{kalibreringsparameter}_Vast * (hh.network_zone.Sampers_kal==5)	Olika värden för agenter som bor i olika länsgrupp

Tabell 10. Fält i "Tabell_Kal" för kalibreringstillskottet för periodkortsinnhav

Fält	Värde	Kommentar
table	Persons	Skalär med ett värde per agent
attribute_name	Kal_Periodkort	Namn på kalibreringstillskott
expression ⁷	constants.calibration_PeriodkortA_C2_Palt*(hh.network_zone.Sampers_kal==1)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Palt*(hh.network_zone.Sampers_kal==1)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Palt*(hh.network_zone.Sampers_kal==1)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19) + constants.calibration_PeriodkortA_C2_Sto*(hh.network_zone.Sampers_kal==21)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Sto*(hh.network_zone.Sampers_kal==21)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Sto*(hh.network_zone.Sampers_kal==21)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19) + constants.calibration_PeriodkortA_C2_Mal*(hh.network_zone.Sampers_kal==22)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Mal*(hh.network_zone.Sampers_kal==22)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Mal*(hh.network_zone.Sampers_kal==22)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19) + constants.calibration_PeriodkortA_C2_Skane*(hh.network_zone.Sampers_kal==31)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Skane*(hh.network_zone.Sampers_kal==31)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Skane*(hh.network_zone.Sampers_kal==31)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19) + constants.calibration_PeriodkortA_C2_Sydost*(hh.network_zone.Sampers_kal==4)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Sydost*(hh.network_zone.Sampers_kal==4)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Sydost*(hh.network_zone.Sampers_kal==4)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19) + constants.calibration_PeriodkortA_C2_Vast*(hh.network_zone.Sampers_kal==5)*(P0_FORV==1) + constants.calibration_PeriodkortEAU_C2_Vast*(hh.network_zone.Sampers_kal==5)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE < 20) + constants.calibration_PeriodkortEAV_C2_Vast*(hh.network_zone.Sampers_kal==5)*(P0_FORV==0)*(P0_AGE > 19)	Olika värden för agenter som bor i olika länsgrupp

⁷ I den körda versionen av kalibrering hade detta uttryck kommit med tre gånger i "Tabell_Kal" vilket gör att kalibreringsparameter endast blir en tredjedel av det korrekta värdet. Detta kan enkelt korrigeras i efterhand genom att multiplicera kalibreringsparametern med 3 i "Calibration Targets".

4.1.2 Kalibreringsvariabler på OD-nivå

För kalibreringen av destinationsvalet och färdmedelsvalet blir tillskottet i form av en OD-tabell per ärende och färdmedel som för varje OD-par innehåller ett tillskott ansvarig för kalibrering av antalet resor för färdmedlet, medelreslängd och antalet resor över snitt. I kalibreringstillskottet skalas den kalibreringsparameter som styr medelreslängden med OD-relationens fågelvägsavstånd*(1/20⁸). Därmed får relationer som spänner över olika avstånd (mätt mellan centroider) olika kalibreringstillskott.

Tabell 11. Fält i *Tabell_Kal* för kalibreringstillskottet för destinationsval (medelreslängd och snitt) och färdmedelsval

Fält	Värde	Kommentar
table	OD	OD-matris
attribute_name	Kal_{Ärende}_{Färdmedel}, t.ex. Kal_Arb_B	Namn på kalibreringstillskott
expression	$ \begin{aligned} &(\text{ozone.Sampers_kal==1}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Palt} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Palt} * \text{eudist}^{(1/20)} + \\ &(\text{ozone.Sampers_kal==21}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Sto} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Sto} * \text{eudist}^{(1/20)}) + \\ &(\text{ozone.Sampers_kal==22}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Mal} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Mal} * \text{eudist}^{(1/20)}) + \\ &(\text{ozone.Sampers_kal==31}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Skane} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Skane} * \text{eudist}^{(1/20)}) + \\ &(\text{ozone.Sampers_kal==4}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Sydost} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Sydost} * \text{eudist}^{(1/20)}) + \\ &(\text{ozone.Sampers_kal==5}) * (\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_konst_Vast} + \\ &\text{constants.calibration}_{\{\text{Ärende}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_avst_Vast} * \text{eudist}^{(1/20)}) + \\ &(\text{constants.Region=="Vast"}) * (\text{Snitt} == 1) * (\text{constants.calibration_Snitt_12}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Vast}) + \\ &(\text{constants.Region=="Vast"}) * (\text{Snitt} == 2) * \\ &(\text{constants.calibration_Snitt_21}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Vast}) + \\ &(\text{constants.Region=="Samm"}) * (\text{Snitt} == 1) * \\ &(\text{constants.calibration_Snitt_12}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Samm}) + \\ &(\text{constants.Region=="Samm"}) * (\text{Snitt} == 2) * \\ &(\text{constants.calibration_Snitt_21}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Samm}) + (\text{constants.Region=="Skane"}) * (\text{Snitt} \\ &== 1) * (\text{constants.calibration_Snitt_12}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Skane}) + \\ &(\text{constants.Region=="Skane"}) * (\text{Snitt} == 2) * \\ &(\text{constants.calibration_Snitt_21}_{\{\text{Ärende_snitt}\}_{\{\text{Färdmedel}\}}_Skane}) \end{aligned} $	Olika värden för olika OD-par baserat på startzon för resan

⁸ Multiplikation med (1/20) har införts för att ge en lugnare kalibreringsförlopp. Utan denna dämpning tycktes reslängdskalibreringen dominera över de andra parametrar som också ingår i det samlade kalibreringstillskottet så att andra parametrar fick mycket höga värden

4.2 CALIBRATION TARGETS

I *Calibration Targets* definieras kalibreringsparametrarna med kalibreringsmål och övriga inställningar för kalibreringsprocessen, se Figur 9. I detta avsnitt beskrivs de olika fälten (kolumnerna) i *Calibration Targets* och hur de har valts att utformas för kalibrering av Sampers 4.

	name	desc.	table	filter_expression	value_expression	aggregation_function	target_min_value	target_max_value	correction_factor	msa_factor	cumulative_correction	importance	value
1	Snitt_12_21_Arb_B_Skane		Tours	((Arende == 1)) & (PMS==1) & (1*(person.hh.weight)		Sum	4093.054929	6012.271281	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.958853
2	Snitt_12_21_Arb_P_Skane		Tours	((Arende == 1)) & (PMS==2) & (1*(person.hh.weight)		Sum	811.017273	1783.486645	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.466167
3	Snitt_12_21_Arb_K_Skane		Tours	((Arende == 1)) & (PMS==3) & (1*(person.hh.weight)		Sum	4358.196130	6332.188310	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	-1.068035
4	Gen_Arb_Skane		Tours	((Arende==1) & (person.hh.netw	1*(person.hh.weight)	Sum	348670.000000	390311.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.000000
5	Arb_B_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==1) & (pers	1*(person.hh.weight)	Sum	193735.000000	225282.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	-0.036474
6	Arb_B_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==1) & (pers	od.eudist	Mean	14.280000	16.360000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.306932
7	Arb_P_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==2) & (pers	1*(person.hh.weight)	Sum	9562.000000	16737.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	-0.177449
8	Arb_P_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==2) & (pers	od.eudist	Mean	7.670000	16.830000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.000000
9	Arb_K_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==3) & (pers	1*(person.hh.weight)	Sum	49942.000000	66591.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.454923
10	Arb_K_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==3) & (pers	od.eudist	Mean	15.380000	19.320000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	-0.376399
11	Arb_G_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==4) & (pers	1*(person.hh.weight)	Sum	19369.000000	29943.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	-0.098665
12	Arb_G_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==4) & (pers	od.eudist	Mean	1.030000	1.390000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.000000
13	Arb_C_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==5) & (pers	1*(person.hh.weight)	Sum	55151.000000	72671.000000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.685577
14	Arb_C_kvst_Skane		Tours	((Arende==1) & (PMS==5) & (pers	od.eudist	Mean	2.590000	3.250000	(constants.Reg	(constants.Reg	Sum	1.000000	0.000000

Figur 9. Utklipp av *Calibration Targets* i Emme Agent.

I Tabell 12 ses de fält (kolumner) som finns i *Calibrations Targets* och vilket värde de har i kalibreringen av Sampers 4. En del värden är samma för alla kalibreringsmål medan andra varierar beroende på delmodell. Hela *Calibration Targets* ses i flik "Calibration Targets" i Bilaga 4 – Sammanställning – S4 – Kal – Skåne.

För varje kalibreringsmål finns en unik kalibreringsparameter, dvs. det är lika många kalibreringsparametrar som kalibreringsmål. I *name* definieras kalibreringsparametern och kan sedan anropas från övriga Agent genom *constants.calibration_{name}*. Det är möjligt att lägga till en beskrivning till kalibreringsparametern i fältet *description*. Filtrering av kalibreringsparametrar i *Calibration Targets* kan göras genom att skriva *name ~ "XXXX"*. Till exempel (*name ~ "Skane"*) & (*name ~ "Arb"*) som tar ut alla mål som innehåller "Skane" och "Arb".

Filtrering av modellvärdet styrs genom fälten *table*, *filter_expression*, *value_expression*, *aggregation_function*. I Sampers 4 hämtas modellvärdet antingen från agenter (*persons*) eller turer (*tours*). Modellvärdet filtreras sedan ut med hjälp av *filter_expression* och *value_expression* baserat på hushållssegment, bil- och körkortinnehav, periodkortsinnehav, ärende, färdmedel, länsgrupp och/eller riktning för snitt. I *filter_expression* filtreras även Gotland bort för länsgrupp *Mal* (*Samm* utom Stockholms län), då Gotland inte finns med i kalibreringsmålen. Däremot så appliceras kalibreringsparametrarna för *Mal* även på Gotland i efterfrågemodellen.

Målvärdena (minimala och maximala värdet) definieras i fälten *targets_min_value* och *targets_max_value*. Dessa värden läses in från Bilaga 1 – Targets. I kalibreringsprocessen strävar modellen efter närmaste målvärde. Detta innebär att modellen inte siktar på mitten av intervallet utan nöjer sig så länge modellvärdet är mellan målen. Detta innebär de facto att vi egentligen inte kan förvänta oss att kalibreringen justerar modellresultaten till att hamna innanför kalibreringsmålens intervall. Om kalibrering alls behövs

(dvs den okalibrerade modellen ger resultat utanför intervallet), och kalibreringen sker mjukt, med enbart små justeringar i varje iteration, kommer resultatet successivt att närma sig intervallgränsen utan att någonsin ta sig in.

Själva kalibreringsprocessen definieras i fälten *correction_factor*, *msa_factor*, *cumulative_correction_factor_function* och *importance*. I *correction_factor* och *msa_factor* finns uttrycket *constants.Region="{Region}"* med för att endast justera kalibreringsparametrar för den regionala modell som körs. Som *correction_factor* används Emme-manualens standardfaktor $\ln(\text{target}/\text{model})$. Även för *msa_factor* används Emmemanualens förslag med $1/\text{iteration}$ men med anpassning till Sampers 4 med globala iterationer samt upphöjt i 0.6 för att dämpa minskningen av *msa_factor* så att det inte blir för små steg i slutet av kalibreringen. *cumulative_correction_factor_function* är satt till *sum*⁹. Detta innebär att korrektionsfaktorn uppdateras enligt:

$$\text{cumulative_correction_factor} = \text{previous_correction_factor} + (\text{current_correction_factor} * \text{msa_factor})^{10}$$

Detta innebär att *msa_factor* kan sättas till 0 för de kalibreringsparameter som man inte vill kalibrera, eftersom det inte sker någon uppdatering av kalibreringsparameterna om *msa_factor* är lika med noll. Notera dock att modellresultat kan förändras även om motsvarande kalibreringsparameter inte uppdateras, eftersom resultatet kan påverkas av andra kalibreringsparametrar.

I resultattabellen i *Travel scenario* är det *previous_correction_factor* som är det värdet som används för kalibreringsparametern i just den kalibreringsiterationen. För sista kalibreringsiterationen blir *previous_correction_factor* och *cumulative_correction_factor* detsamma då det inte sker någon uppdatering av *correction_factor* under den sista iterationen. Detta innebär att om *max calibration iteration* sätts till 5 så innebär det i praktiken att kalibreringsparametrarna bara uppdateras 4 gånger.

Importance påverkar endast beräkningen av *relative correction gap* för avbrott av kalibreringsprocessen. Då vi valt att sätta *relative correction gap* till 0 för att köra fixt antal kalibreringsiterationer så har *importance* satts till 1 för alla kalibreringsparametrar.

Value är själva värdet på kalibreringsparametern. När kalibreringen startar är det viktigt att *value* är 0 om man vill starta från okalibrerat läge. *Value* uppdateras när kalibreringen är klar med den slutgiltiga kalibreringsparametern enligt:

$$\begin{aligned} \text{Value} &= \text{previous_correction_factor} \\ &= \text{cumulative_correction_factor för sista iterationen} \end{aligned}$$

⁹ Ett alternativ skulle kunna vara att uppdatera kalibreringsfaktorerna relativt istället för additivt, dvs tillämpa *cumulative_correction_factor_function=product*. Det skulle dock innebära att kalibreringsfaktorn nödvändigtvis skulle bibehålla sitt tecken, genom hela kalibreringen, vilket inte är önskvärt i vårt fall.

¹⁰ Detta kan anses som en förvirrande formel, men är den som används i Emme-manualen och de begrepp som används. *cumulative_correction_factor* är det nya värdet på kalibreringsparametern, *previous_correction_factor* är det gamla värdet på kalibreringsparametern medan *current_correction_factor* är själva korrektionsfaktorn för kalibreringsparameterna, dvs. kalibreringsparametern uppdateras enligt $\text{Nytt_värde} = \text{Gammalt_värde} + \text{correction_factor} * \text{msa_factor}$.

Tabell 12. Fält i *Calibration targets* med beskrivning och valda värden för kalibrering av Sampers 4.

Fält	Beskrivning (värde)
name	Namn på kalibreringsparameter (olika beroende på delmodell)
description	Beskrivning av kalibreringsparameter, valfri (alltid: tom)
table	Tabell som modellvärdet ska hämtas ifrån (olika beroende på delmodell: persons eller tours)
filter_expression	Filtrering av modellvärdet på hushållsgrupp, ärende, färdmedel, länsgrupp och/eller riktning för snitt (olika beroende på delmodell)
value_expression	Modellvärde - antal personer, antal turer eller fågelavstånd (olika beroende på delmodell)
aggregation_funcion	Aggregering av modellvärde (olika beroende på delmodell, mean eller sum)
target_min_value	Minimala målvärdet (hämtas från Excel-fil)
target_max_value	Maximala målvärdet (hämtas från Excel-fil)
correction_factor	Formel för korrektionsfaktor (alltid: (constants.Region=="{Regional modell}") ¹¹ * ln(target / model))
msa_factor	Formel för MSA-faktor (alltid: (constants.Region=="{Regional modell}")*((1/((constants.Global_iter-1)*5+iteration_number)**0.6)))
cumulative_correction_factor_function	Funktion för beräkning av kumulativ korrektionsfaktor (alltid: sum)
importance	Vikt vid beräkning av relativt korrigeringsgap (alltid: 1)
value	Värde på kalibreringsparameter (0 från start om man vill starta från okalibrerat läge)

4.2.1 Bil- och körkortsinnehav

Bil- och körkortsinnehav kalibreras baserat på andel individer som tillhör motsvarande segment och alternativ per länsgrupp. Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 13-Tabell 16. Filtreringen är olika för olika segment.

Tabell 13. Fält i *Calibration Targets* för bil- och körkortsinnehav för segment *Car_lt_18* (personer under 18 år)

Fält	Värde
name	{Segment}_{Alternativ}_{Länsgrupp}
table	persons
filter_expression (grupp Car_lt_18)	(P0_AGE < 18) * (hh.network_zone.Sampers_kal == {Länsgrupp_nr}) ¹²
value_expression (alternativ C2)	1*(HH_N_BIL > 0)
aggregation_function	mean

¹¹ (constants.Region=="{Regional modell}") behövs egentligen endast på antingen correction_factor eller msa_factor eftersom dessa två multipliceras, men i implementeringen finns formeln med i båda uttrycken för säkerhetsskull.

¹² För länsgrupp 22 ("Mal") tillkommer bortfiltrering av Gotland (& (hh.network_zone.Lnr!=9))

Tabell 14. Fält i *Calibration Targets* för bil- och körkortsinnehav för segment CL1 (hushåll med en vuxen)

Fält	Värde
name	{Segment}_{Alternativ}_{Länsgrupp}
table	persons
filter_expression (alternativ CL1)	((P0_AGE >= 18) & (HH_TYP >= 10) & (HH_TYP < 20)) * (hh.network_zone.Sampers_kal == {Länsgrupp_nr}) ¹²
value_expression (alternativ C2)	1*((HH_N_KK > 0) & (HH_N_BIL == 0))
value_expression (alternativ C3)	1*((HH_N_KK > 0) & (HH_N_BIL > 0))
aggregation_function	mean

Tabell 15. Fält i *Calibration Targets* för bil- och körkortsinnehav för segment CL2 (hushåll med minst två vuxna)

Fält	Värde
name	{Grupp}_{Alternativ}_{Länsgrupp}
table	persons
filter_expression (alternativ CL2)	((P0_AGE >= 18) & (HH_TYP >= 20) & (HH_TYP < 20)) * (hh.network_zone.Sampers_kal == {Länsgrupp_nr}) ¹²
value_expression (alternativ C2)	1*((HH_N_KK == 1) & (HH_N_BIL == 0))
value_expression (alternativ C3)	1*((HH_N_KK == 1) & (HH_N_BIL > 0))
value_expression (alternativ C4)	1*((HH_N_KK > 1) & (HH_N_BIL == 0))
value_expression (alternativ C5)	1*((HH_N_KK > 1) & (HH_N_BIL == 1))
value_expression (alternativ C6)	1*((HH_N_KK > 1) & (HH_N_BIL > 1))
aggregation_function	mean

Tabell 16. Fält i *Calibration Targets* för bil- och körkortsinnehav för segment CL2L1 (individer i hushåll med två vuxna)

Fält	Värde
name	{segment}_{alternativ}_{Länsgrupp}
table	persons
filter_expression (segment CL2L1)	((HH_TYP >= 20) & (HH_TYP < 30) & (HH_N_KK == 1)) * (hh.network_zone.Sampers_kal == {Länsgrupp_nr}) ¹²
value_expression (alternativ C2)	P0_KK
aggregation_function	mean

4.2.2 Periodkortinnehav

Periodkortsinnehavet kalibreras baserat på andel individer med periodkort för kollektivtrafik inom respektive segment per länsgrupp. Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 17.

Tabell 17. Fält i *Calibration Targets* för periodkortinnehav

Fält	Värde
name	Periodkort{Grupp}_C2_{Länsgrupp}
table	persons
filter_expression (Segment A)	(P0_FORV == 1) & (hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr}) ¹²
filter_expression (Segment EAU)	(P0_FORV == 0) & (hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr}) ¹² & (P0_AGE < 20)
filter_expression (Segment EAV)	(P0_FORV == 0) & (hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr}) ¹² & (P0_AGE > 19)
value_expression	Kort
aggregation_function	mean

4.2.3 Resegenerering

Resegenereringen kalibreras baserat på totalt antal turer per ärende per respektive länsgrupp. Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 18.

Tabell 18. Fält i *Calibration Targets* för resegenerering

Fält	Värde
name	Gen_{Ärende}_{Länsgrupp}
table	tours
filter_expression	((Ärende=={Ärende_nr}) & (person.hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr})) ¹³
value_expression	1*(person.hh.weight)
aggregation_function	sum

4.2.4 Färdmedelsval

Färdmedelsvalet kalibreras baserat på antal turer per kombinerade färd sätt och ärende per respektive länsgrupp. Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 19.

¹³ För länsgrupp 22 ("Mal") tillkommer bortfiltrering av Gotland (& (person.hh.network_zone.Lnr!=9))

Tabell 19. Fält i *Calibration Targets* för färdmedelsval

Fält	Värde
name	{Ärende}_{Färdmedel}_konst_{Länsgrupp}
table	tours
filter_expression	((Ärende=={Ärende_nr}) & (FM=={Färdmedel_nr}) & (person.hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr})) ¹³
value_expression	1*(person.hh.weight)
aggregation_function	sum

4.2.5 Medelreslängd

Medelreslängden kalibreras baserat på medelreslängden (euklidiskt avstånd) per kombinerade färd sätt och ärende per respektive länsgrupp. Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 20.

Tabell 20. Fält i *Calibration Targets* för medelreslängd

Fält	Värde
name	{Ärende}_{Färdmedel}_avst_{Länsgrupp}
table	tours
filter_expression	((Ärende=={Ärende_nr}) & (FM=={Färdmedel_nr}) & (person.hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr})) ¹³
value_expression	od.eudist
aggregation_function	mean

4.2.6 Snitt

Snitten kalibreras baserat på antal turer över s.k. snittrelationer för tre regionala delmodeller i Sampers: Saltsjö-Mälarsnittet (Samm), Göta Älvsnittet (Väst) och Öresund (Skåne). Namn på kalibreringsparametern och filtreringen för modellvärdet ses i Tabell 21.

Tabell 21. Fält i *Calibration Targets* för snitt

Fält	Värde
name	Snitt_{Riktning}_{Ärenden}_{Färdmedel}_{Länsgrupp}
table	tours
filter_expression	((((Ärende=={Ärende_nr}) (Ärende=={Ärende_nr}) ...) & (FM=={Färdmedel_nr}) & (person.hh.network_zone.Sampers_kal=={Länsgrupp_nr}) & ((od.Snitt == {Riktning_nr})))
value_expression	od.eudist
aggregation_function	mean

4.3 INSTÄLLNINGAR FÖR KÖRNING

Detta avsnitt beskriver olika inställningar i Emme Flow för körningar som har genomförts inom kalibreringen. För själva kalibreringskörningen körs modellen med *Calibration mode* aktiverat och *Maximum number of calibration iterations* > 1 i Emme Agent vilket innebär att kalibreringsparametrarna uppdateras. Inställningarna för körning med kalibrering beskrivs mer i delavsnitt 4.3.1.

För att enkelt kunna jämföra resultat för alla kalibreringsmål från en okalibrerad modell med en kalibrerad modell, så har vi kört den okalibrerade modellen i det vi kallar i denna rapport kallar för ett "falskt" kalibreringsläge. I "falskt" kalibreringsläge är fortfarande *Calibration mode* aktiverat men där *Maximum number of calibration iterations* sätts till 1 i Emme Agent. Detta innebär att kalibreringsparametrarna inte uppdateras men där resultatet per kalibreringsmål på samma sätt som för kalibreringskörningen sparas i färdiga tabeller i olika *Travel scenarios* per global iteration med bland annat målintervall, modellvärde och kalibreringsparameter. Inställningarna för körning i "falskt" kalibreringsläge beskrivs mer i delavsnitt 4.3.2.

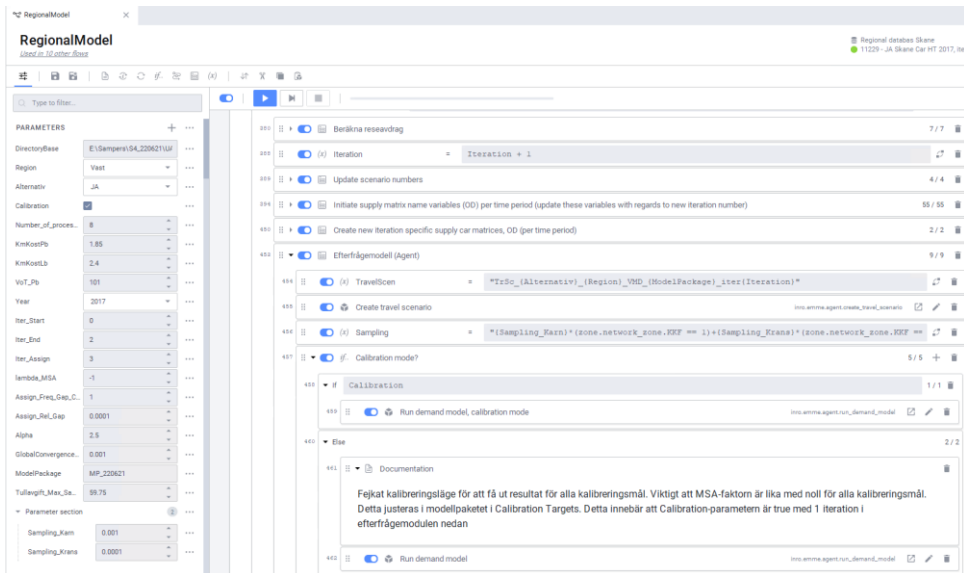
Inställningarna för "falskt" kalibreringsläge kan också används för att köra en produktionskörning i Sampers 4. Alternativt, görs produktionskörning med *Calibration mode* avaktiverat, men detta innebär i så fall kan de färdiga tabellerna med målintervall och modellvärden inte tas fram automatiskt. Exakt hur produktionskörningen ska köras bestäms senare av Trafikverket och är inget som beskrivs mer i detalj i denna rapport.

Trafikverket har också testat flera olika sampling rates av agenter och kommit fram till 100% för kärnområdet och 50% för kransområdet för att resultat ska vara tillräckligt stabilt från Emme Agent med hänsyn till dubbelbegränsad arbetsresomodell.

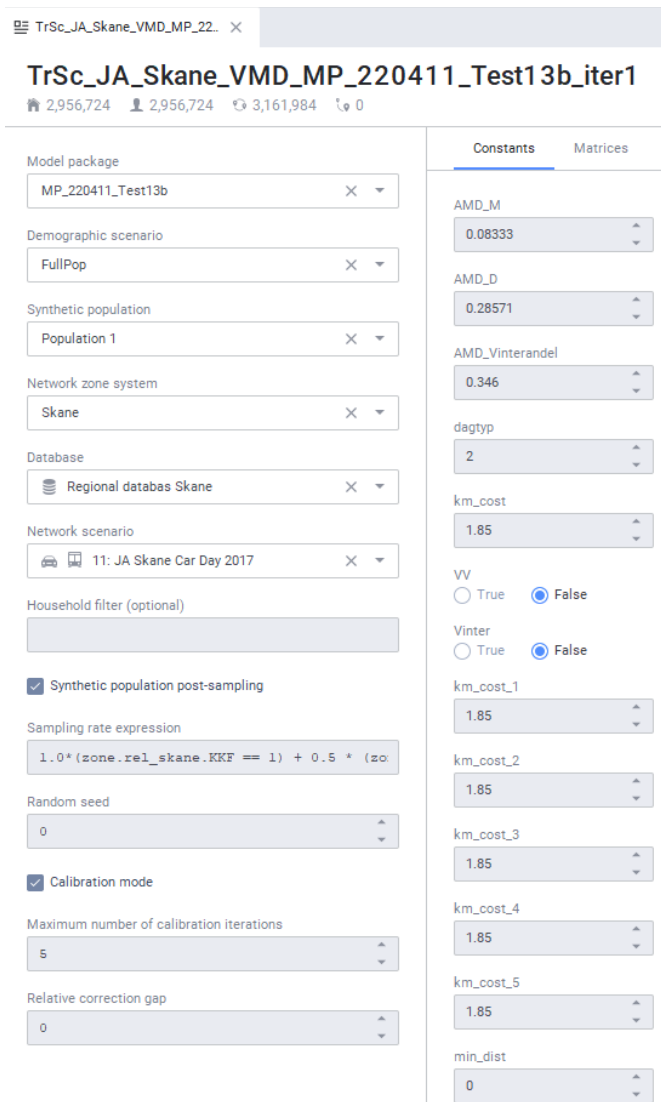
4.3.1 Inställningar för kalibrering

Detta delavsnitt beskriver vilka inställningar som behövs för att köra en kalibreringskörning i Emme Agent via Emme Flow. Detta innebär en körning där kalibreringsparametrarna uppdateras och där resultatet per kalibreringsmål sparas i färdiga tabeller i olika *Travel scenarios* per global iteration med bland annat målintervall, modellvärde och kalibreringsparameter.

Emme Agents inbyggda funktion för kalibrering styrs i *Calibration targets*, vilket alltid ligger som sista steg i modellpaketet. Det aktiveras genom att bocka i *Calibration Mode* och sätta *Maximum number of calibration iterations* till större än 1 i *Travel Scenario*, se Figur 11. Annars exekveras alla modellsteg utom *Calibration targets*. Värden i kolumnen *value* i *Calibration targets* kan dock påverka resultatet genom att gå in i nyttofunktionerna som ett kalibreringstillskott. Antalet iterationer styrs av *Maximum number of calibration iterations* och *Relative correction gap* i *Travel Scenario*. Standardförfarandet i Emme Agent innebär alltså att kalibreringsiterationerna normalt exekveras utan uppdatering av utbudsmatriser. I Sampers vill vi däremot även köra globala iterationer där utbudsmatriserna uppdateras. Därför exekveras kalibreringen från Flow (*RegionalModel*), se Figur 10.



Figur 10. Utklipp från RegionalModel-flow



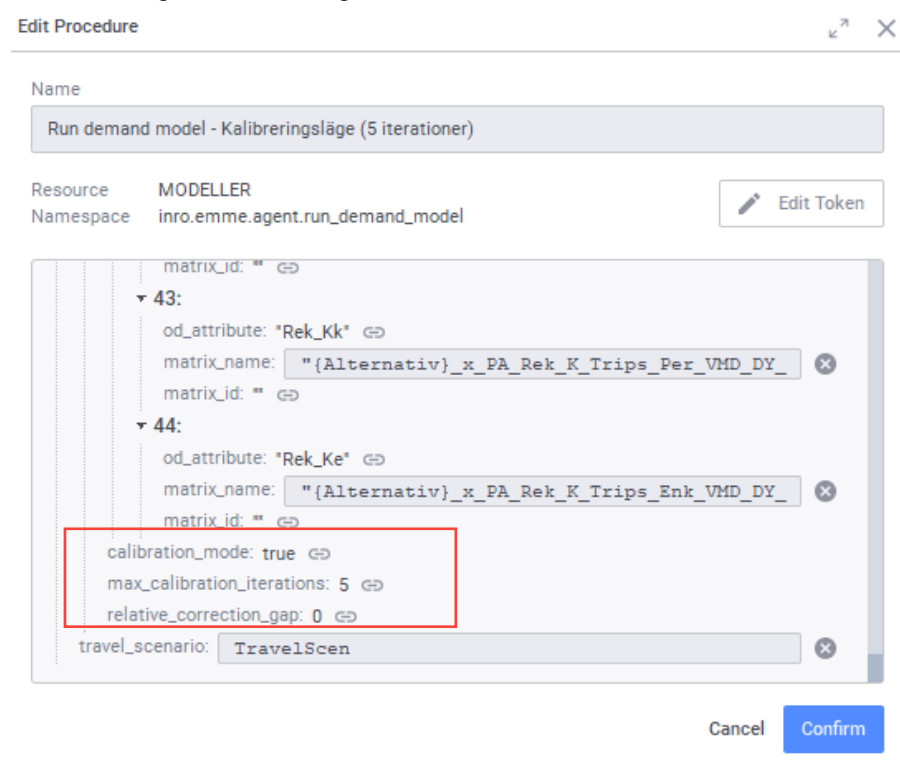
Figur 11. Utklipp från *Travel scenario* i Emme Agent

De inställningar som behöver göras för att exekvera en kalibreringskörning är att ändra i *Token* för beräkningssteget *Run demand model*, se Figur 12, och indataparameter till *RegionalModel-flow*, se Figur 13. För att pythonskriptet för resultatuttag ska fungera behöver *Travel scenario* också döpas så det slutar på *_iterX*, där X är iterationsnummer för den globala iterationen.

I *Token* behöver *calibration_mode* sättas till *true* för att utföra kalibrering. Efter test med den regionala modellen Skåne har *max_calibration_iterations* satts till 5. *Relative_correction_gap* har satts till 0 för att köra fixt antal kalibreringsiterationer. Detta är implementerat i *RegionalModel-flow*.

I *RegionalModel-flow* (2022-06-22¹⁴) finns två versioner av *Run demand modell*-steg. En med inställningar för att köra efterfrågemodell med kalibrering och en med inställningar för att köra utan kalibrering. För att rätt *Run demand model* (med kalibrering) ska köras behöver indataparametern *Calibration* vara ikryssad i *RegionalModel-flow*. Efter test med den regionala modellen Skåne har *Iter_end* satts till 10, dvs. maximalt antal globala iterationer är 10. Indataparametern *ModelPackage* behöver också justeras så den hänvisar till rätt modellpaket med *Tabell_Kal* och *Calibration Targets*.

För den regionala modellen Skåne har det konstaterats att 10 globala iterationer och 5 kalibreringsiterationer räcker för att kalibreringskonstanterna ska konvergera. Däremot för de övriga regionala modellerna kan antal globala iterationer (*Iter_end*) och kalibreringsiterationer (*max_calibration_iterations*) behöva anpassas för varje regional modell för att kalibreringen ska konvergera.



Figur 12. Token för steget *Run demand model* med kalibrering i *RegionalModel-Flow*

¹⁴ Implementeringen i *RegionalModel-flow* kan ha uppdaterats efter denna rapport skrevs.

RegionalModel

RegionalModel

Used in 10 other flows

Q Type to filter...

PARAMETERS + ...

DirectoryBase	E:\Sampers\S4_220621\U4	...
Region	Vast	...
Alternativ	JA	...
Calibration	<input checked="" type="checkbox"/>	...
Number_of_proces...	8	...
KmKostPb	1.85	...
KmKostLb	2.4	...
VoT_Pb	101	...
Year	2017	...
Iter_Start	0	...
Iter_End	10	...
Iter_Assign	100	...
lambda_MSA	-1	...
Assign_Freq_Gap_C...	1	...
Assign_Rel_Gap	0.0001	...
Alpha	2.5	...
GlobalConvergence...	0.001	...
ModelPackage	MP_220621_Kal	...
Tullavgift_Max_Sa...	59.75	...
Parameter section	2	...
Sampling_Karn	0.001	...
Sampling_Krans	0.0001	...

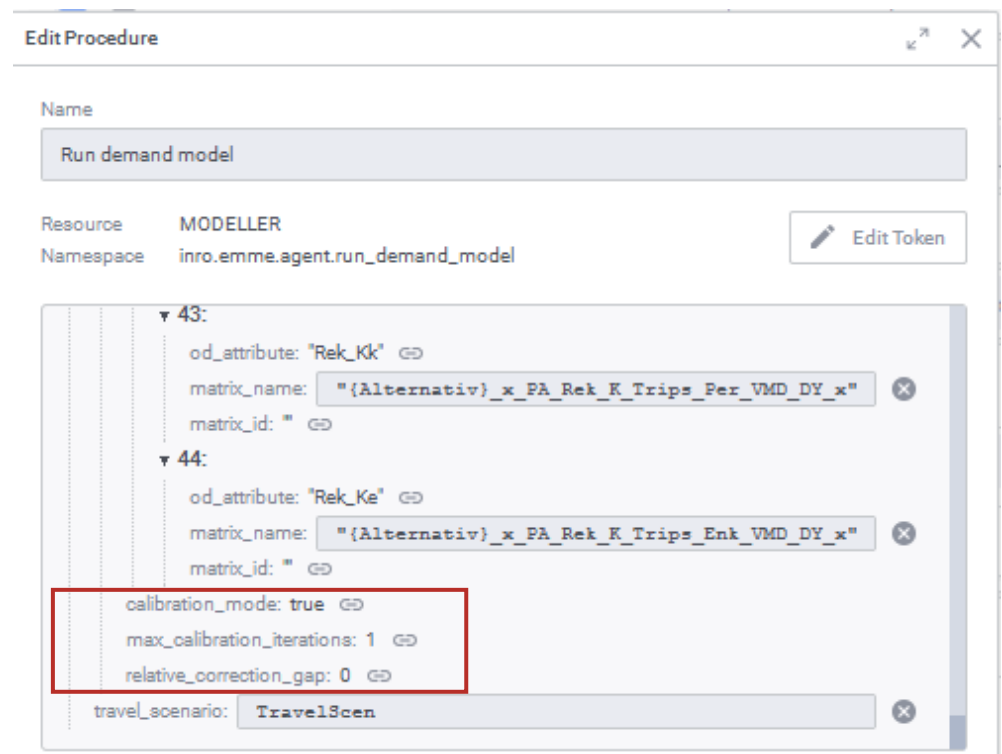
Figur 13. Indataparameter till RegionalModel-flow

4.3.2 Inställningar för "falskt" kalibreringsläge

För att få ut resultat smidigt från modellen för alla kalibreringsmål även vid körningen utan kalibrering så kan man köra modellen i det vi kallar i denna rapport kallar för ett "falskt" kalibreringsläge. Detta innebär en körning där kalibreringsparametrarna inte uppdateras men där resultatet per kalibreringsmål fortfarande sparas i färdiga tabeller i olika *Travel scenarios* per global iteration med bland annat målintervall, modellvärde och kalibreringsparameter. Detta kan till exempel användas för att kunna jämföra resultat för alla kalibreringsmål från en okalibrerad modell med en kalibrerad modell.

För att köra i "falskt" kalibreringsläge behöver *calibration_mode* vara aktiverat (=true) i *Token*, men för att kalibreringsparametrarna inte ska ändras behöver parametern *max_calibration_iterations* sättas till 1. Inställningar i *token* för "falskt" kalibreringsläge ses i Figur 14. Detta är implementerat i *RegionalModel-flow* (2022-06-22¹⁵).

I *RegionalModel-flow* (2022-06-22¹⁵) finns två versioner av *Run demand modell*-steg. En med inställningar för att köra efterfrågemodell med kalibrering och en med inställningar för att köra i "falskt" kalibreringsläge. För att rätt *Run demand model* ska köras behöver indataparametern *Calibration* vara av kryssad.



Figur 14. Token för steget *Run demand model* för "falskt" kalibreringsläge i *RegionalModel-Flow*.

¹⁵ Implementeringen i *RegionalModel-flow* kan ha uppdaterats efter denna rapport skrevs.

5 RESULTAT AV KALIBRERING

I detta kapitel redovisas resultatet av genomförd kalibrering för regionala modellen för Skåne. Kalibreringsmålen i kalibreringen utgår i huvudsak från rapporten "*Kalibreringsmål för Sampers 4 – indelningar och metod*" (WSP 2022). Men för vissa mål har Trafikverket valt att använda en annan metod för fastställda målintervallet för att bättre förhålla sig mot trafikmätningar på enskilda länkar i nätverket. Målintervallen inom resegenerering och färdmedelsval för ärendena *Tjänsteresa, bostadsbaserad, Tjänsteresa, arbetsplatsbaserad, Besöka släkt och vänner* och *Rekreation* har uppdaterats till modellvärdet för Sampers 4 utan kalibrering $\pm 5\%$. Målintervallen inom resegenerering och färdmedelsval för ärendena *Eskortera (skjutsa), Service, barn tillsyn, vård, Inköp av dagligvaror, Inköp av sällanvaror* och *Övrigt* har uppdaterats till medelvärdet av RVU (enligt Bilaga 1 – Targets) och modellvärdet för Sampers 4 utan kalibrering $\pm 5\%$. Alla andra målintervall har behållits enligt Bilaga 1 – Targets.

Alla slutgiltiga kalibreringsmål för Skåne ses i Bilaga 3 – Calibration Targets - Skåne.

Ett flertal test har gjorts för den regionala modellen Skåne med olika versioner av Sampers 4¹⁶. I detta kapitel redovisas resultatet endast från det slutgiltiga testet baserat på Sampers 4 version 2022-06-21 med *model package* 2022-06-22, *flow* 2022-06-22 och *datatables* 2022-06-23. Slutgiltiga kalibreringen (inom detta projekt) utfördes 2022-06-28 och tog cirka 47 timmar¹⁷ att utföra med 10 globala iterationer och 5 kalibreringsiterationer per global iteration.

Resultatet från kalibreringen sparas i resultattabeller i *Travel scenario* i Emme Agent. Resultatet innehåller kalibreringsmål (min och max), modellvärde, procentuell skillnad mellan modell och mål samt korrektionsfaktor (tidigare, nuvarande och kumulativ) per iteration. Då det i Sampers 4 även körs globala iterationer så sparas resultatet per global iteration i olika *Travel scenarios*.

Resultatet för alla kalibreringsmål tas enkelt ut via WSPs egenutvecklade pythonskript implementerat i Emme notebook *Produce_calibration_reports_1_result* eller *Produce_calibration_reports_2_results* med tillhörande underskript *funs.py*. Skripten finns i två varianter, en som endast sammanställer resultatet från en körning medan en som sammanställer resultat från två körningarna (okalibrerat och kalibrerat). Beskrivning av Emme notebook ses i Bilaga 2 – Beskrivning av skript för kalibreringsmetod. Utöver att ta ut resultattabellerna från *Travel scenario* som sparas i csv-filer, skapar skriptet också PDF:er med diagram som visar modellvärdet, minimala och maximala målvärdet per iteration.

I kommande avsnitt valideras kalibreringsparametrarna, måluppfyllelsen och resultatet baserat på kalibreringsresultatet.

¹⁶ Inledningsvis gjordes även test med den regionala modellen Palt när inte Skåne var färdigutvecklad i Sampers 4 för inläring av nya Emme Agent.

¹⁷ Kalibreringen genomfördes på en av Trafikverkets virtuella datorer med processor "*Inter@ Xeon® CPU E5-2690 v4 @2.60GHz 2.59 GHz*" och 32 GB RAM-minne.

5.1 VALIDERING AV KALIBRERINGSPARAMETRAR

Valideringen av kalibreringsparametrarna har innefattat att undersöka utvecklingen av värdet för kalibreringsparametrarna och särskilt granska så att ingen parameter får så stort absolutbelopp, att den riskerar att dominera modellens beräkningar.

I Figur 15 - Figur 17 ses exempel på utveckling av kalibreringsparametrarna för den regionala modellen Skåne. Utveckling av alla kalibreringsparametrar ses i Excel-bilaga, se Bilaga 4 – Sammanställning – S4 – Kal – Skåne.

Störst förändring av kalibreringsparametrarna ses från global iteration 1 till global iteration 3. Därefter stannar utvecklingen av och därmed anses kalibreringen ha konvergerat. Detta innebär att 10 globala iterationer med 5 kalibreringsiterationer är fullt tillräckligt för den regionala modellen Skåne. Antal globala iterationer och kalibreringsiterationer kan behöva anpassas för övriga regionala modeller för att kalibreringen ska konvergera.

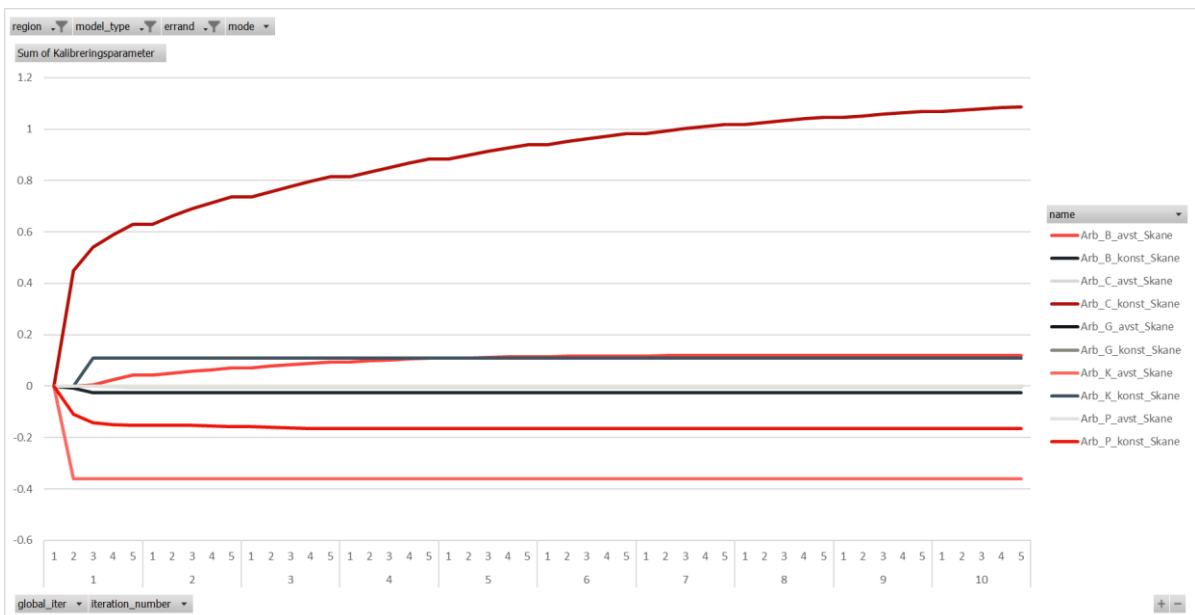
Slutgiltiga värdet på alla kalibreringsparametrar för den regionala modellen Skåne (i detta test) ses i Figur 18. Majoriteten (140 av 186) ligger inom spannet -0.86 - 0.58 vilket bedömts vara rimliga nivåer, som inte helt dominerar till exempel storleken av de skattade konstanter som ingår i nyttofunktionerna.

Störst värde på kalibreringsparametrarna ses för arbetsresor över Öresund (snitt). För resor från Sverige landar kalibreringsparametrarna mellan 2.6 och 5.9 medan arbetsresor från Danmark hamnar mellan -2.5 och -3.6. Detta anses vara okej då den okalibrerade modellen inte kan fånga de ekonomiska skillnader som är starka drivkrafter för arbetspendlingen mellan Sverige och Danmark. Till exempel så lockar högre löner i Danmark personer som är bosatta i Sverige att arbetspendla till Danmark, samtidigt som lägre bostadspriser i Sverige lockar personer som arbetar i Danmark att bosätta sig i Sverige.

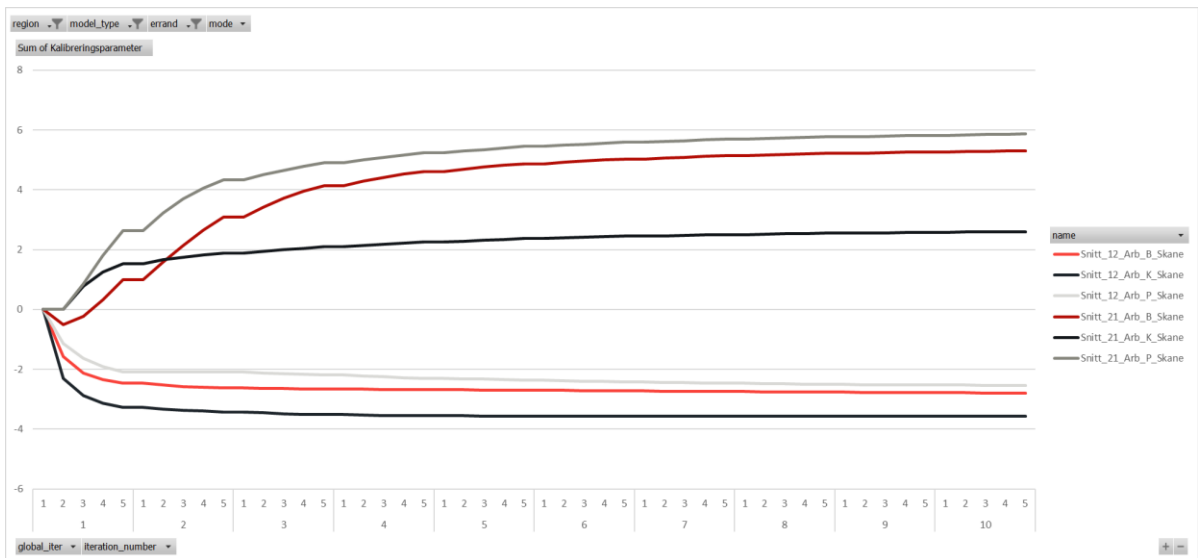
Ytterligare några värden som sticker ut är kalibreringsparametrarna för medelreslängden med cykel för ärenden *skjutsa*, *vuxenutbildning*, och *arbetsplatsbaserad tjänsteresa*. Alla tre landar på runt -5, vilket innebär ett stort avdrag på nyttan för långa cykelresor för dessa ärenden. Detta indikerar i sin tur att den okalibrerade modellen hade gett betydligt fler riktigt långa cykelresor för dessa ärenden, än vad RVU-data visar.



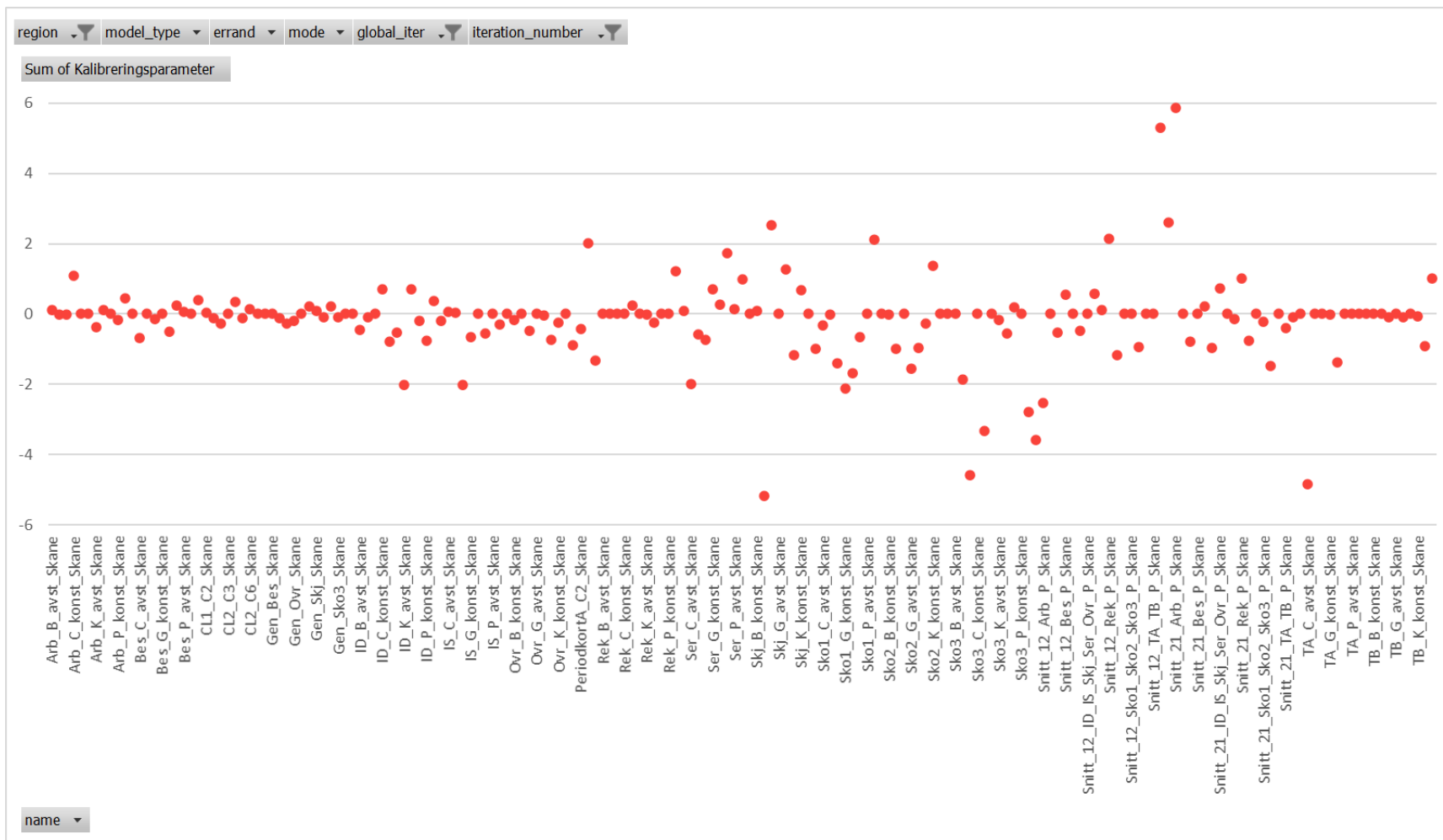
Figur 15. Värdet på kalibreringsparametrarna inom resegenerering per iteration för regionala modellen Skåne.



Figur 16. Värdet på kalibreringsparametrarna inom färdmedelsval och medelreslängd för arbetsresor per iteration för regionala modellen Skåne.



Figur 17. Värdet på kalibreringsparametrarna för arbetsresor över Öresund (snitt) per iteration för regionala modellen Skåne.



Figur 18. Slutgiltiga värdet på alla kalibreringsparametrar för regionala modellen Skåne

5.2 VALIDERING AV MÅLUPPFYLLELSE

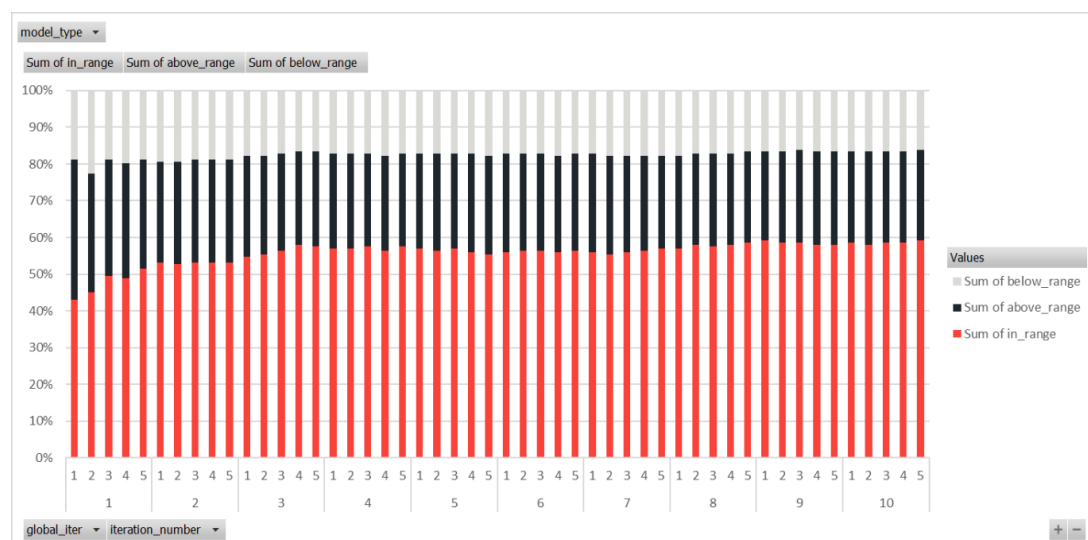
Valideringen av måluppfyllelsen har innefattat att undersöka utvecklingen av modellvärdet och måluppfyllelsen samt hur långt ifrån modellvärdet ligger målintervallet. Underlaget till valideringen ses i Excel-bilaga, se Bilaga 4 – Sammanställning_S4_Kal_Skåne_220630.

I Figur 19 ses utveckling av måluppfyllelsen för den regionala modellen Skåne. För den okalibrerade modellen (global iteration 1 och kalibreringsiteration 1) är 43% inom målintervall, medan 38% ligger över målintervallet och resterade 19% ligger under målintervallet. Modellen jobbar sig upp till 55–60% redan efter tredje globala iterationen. Sedan stannar måluppfyllelsen av, räknat som antal mål som uppfylls. Men om man kollar på summan av absoluta värdet av skillnaden mellan modellvärdet och närmaste mål så ser man ändå att modellen närmare sig målintervallen för varje iteration.

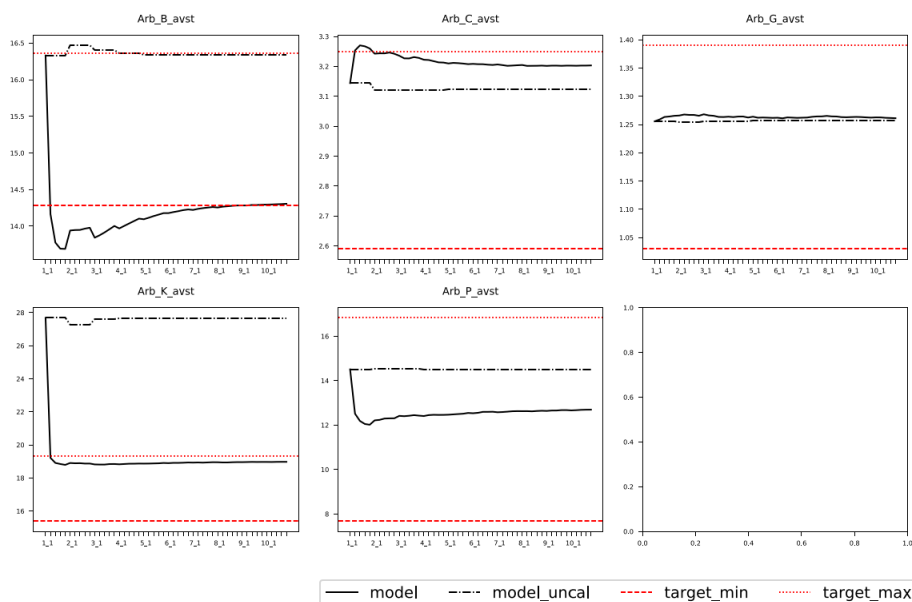
Vi har heller inte egentligen anledning att förvänta oss att måluppfyllelsen, mätt på detta sätt skulle nå 100%. För det första har vi (i de flesta fall) definierat kalibreringsmålen som 80%-konfidensintervall. Det innebär att även om vår kalibrerade modell skulle vara perfekt och återskapa verklighetens sanna värden exakt i alla kalibreringsdimensioner, så skulle 20% av dessa värden ligga utanför våra konfidensintervall på grund av slumpmässig osäkerhet i RVU-data.

Ett annat skäl till att vi inte generellt kan förvänta oss att modellprediktionerna skall hamna innanför kalibreringsmålen intervall är de principer som tillämpas när kalibreringsparametrarna uppdateras. Uppdateringarna sker ju med sikte på att prediktionen skall landa på intervallets närmsta gräns, inte att den ska hamna i det utpekade intervallet. Detta är en principiell svaghet med den tillämpade metoden, men ett pris vi får betala för att undvika att kalibrera modellen hårt mot precisa mål som vi egentligen inte har anledning att sätta särskilt stor tilltro till.

Utvecklingen av modellvärdet för alla kalibreringsmål i diagramform ses i Bilaga 5 – Utveckling av modellvärde. Ett exempel på digram ses i Figur 20.



Figur 19. Utveckling av måluppfyllelse per iteration för regionala modellen Skåne.



Figur 20. Utveckling av modellvärde för färdmedelvalet för arbetsresor

I Tabell 22 återges måluppfyllelsen efter sista iterationen. Av totalt 189 mål för Skåne är 59% uppfyllda efter kalibreringen. Modellen har svårt med måluppfyllelse för bil- och körkortsinnehav samt periodkortsinnehav, men det beror framförallt på att målintervallen är väldigt snäva. Till exempel för hushåll med en vuxen med körkort men ingen bil (CL1_C2_Skane) så är det minimala målvärdet 25,3% och maximala målvärdet 25,5%, medan modellvärdet ligger på 25,9%. Därefter har modellen svårast med färdmedelsvalet och medelreslängden där endast cirka 55% av målen uppfylls. Men för färdmedelsvalet är skillnaden i absolutvärdet 18 051 resor vilket endast är 1.5% av det totala resandet i Skåne. Resultaten kan alltså ändå anses vara acceptabelt i den meningen att de slutgiltiga modellprediktionerna för de modellvärdena som ligger utanför intervallen ändå ligger ganska nära dem.

Tabell 22. Måluppfyllelse för sista iterationen

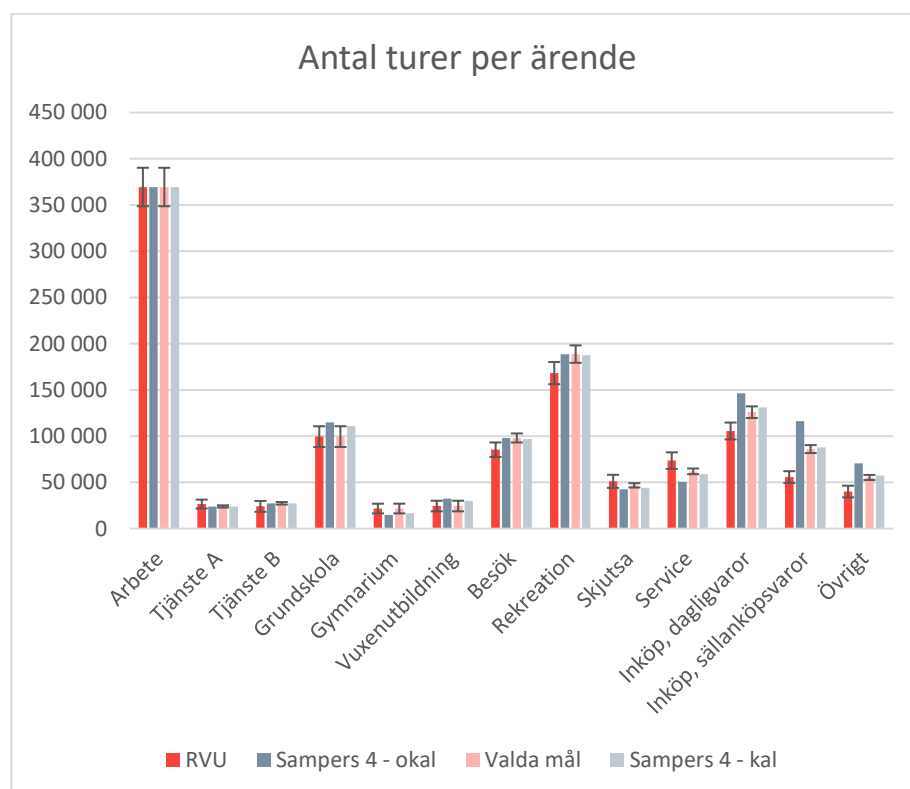
Måluppfyllelse	Antal mål	Andel mål inom målintervall	Summa av absolutvärdet av skillnaden mellan modell och närmaste mål
Bil- och körkortsinnehav	9	0%	0.06
Periodkortsinnehav	3	33%	0.002
Resegenerering	13	69%	246
Färdmedelsval	64	55%	18 051
Medelreslängd	64	56%	5.24
Snitt	36	83%	637
Totalt	189	59%	-

5.3 VALIDERING AV RESULTAT

Modellresultat från kalibreringen har validerats utifrån målintervall, okalibrerat resultat och resultat från Sampers 3. Underlaget till valideringen ses i Excel-bilaga, se Bilaga 6 – Validering – Skåne -- S4 – VMD. Resultatet för Sampers 3 är hämtat från den kalibrerade modellen för år 2017 enligt riggningen Person2017_210101_v14.

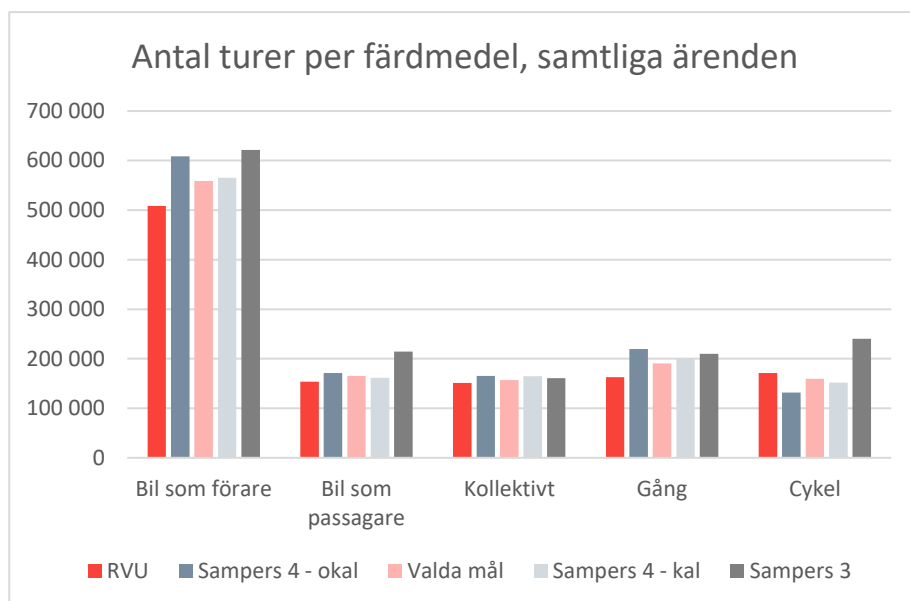
Fullständig validering av modellresultatet görs av Trafikverket. I detta avsnitt redovisas endast en övergripande första validering för några utvalda kalibreringsmål.

I Figur 21 ses antal turer per ärende (resegenerering) för målintervallet (mittpunkten enligt RVU eller annat underlag) samt modellvärde från Sampers 4 utan och med kalibrering. Utan kalibrering beräknar Sampers 4 för få serviceresor jämfört med RVU men å andra sidan för många inköpsresor (både dagligvaru- och sällanvaruinköp) och övriga resor. För övriga ärenden ligger den okalibrerade modellens prediktioner inom eller nära målintervallen. Med kalibrering så justeras modellvärdena för att bättre återge RVU men kommer inte hela vägen då vi valt att sätta nya målvärden. Alla modellvärdena inom resegenerering hamnar inom de nya valda målen (i princip, fyra ärenden är $\pm 0,1\%$ ifrån målen).



Figur 21. Antal turer per ärende i den regionala modellen Skåne

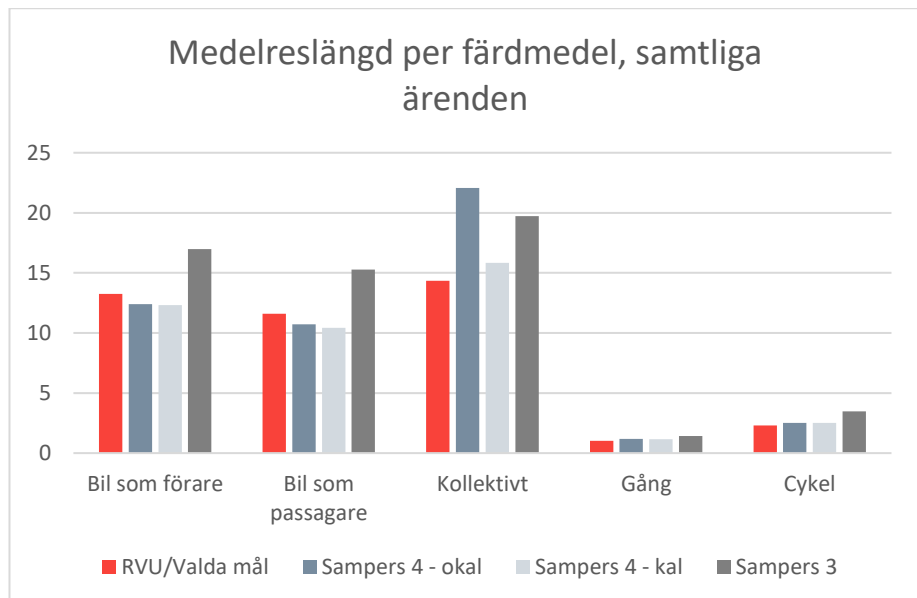
I Figur 22 ses antal turer per färdmedel för samtliga ärenden för målintervallet (mittpunkten enligt RVU eller annat underlag), modellvärde från Sampers 4 utan och med kalibrering samt resultatet från Sampers 3 (kalibrerad). Sampers 4 utan kalibrering ger för många resor med bil som förare och gång, medan för få resor med cykel jämfört med RVU. Med kalibreringen så förbättras modellresultatet jämfört med RVU. Totalt ger Sampers 4 färre resor än Sampers 3, samtidigt som målen enligt RVU vill trycka ner resandet ytterligare i Sampers 4. Vi kan alltså konstatera att den kalibrerade Sampers åtminstone ger en bättre beskrivning av dagens resmönster än vad den kalibrerade Sampers 3 ger.



Figur 22. Antal turer per färdmedel för samtliga ärenden i den regionala modellen Skåne

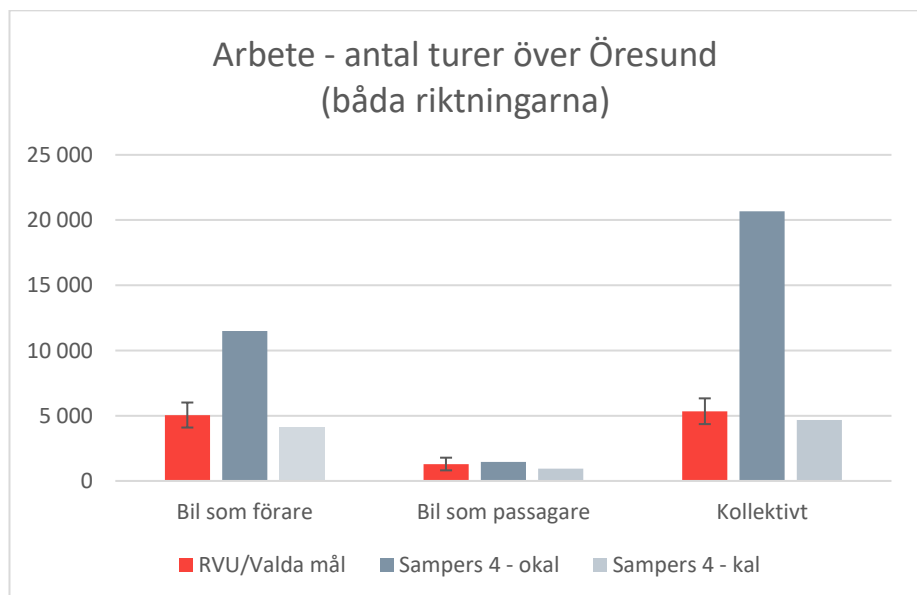
I Figur 23 ses medelreslängden per färdmedel för samtliga ärenden för målintervallet (mittpunkten enligt RVU eller annat underlag), modellvärde från Sampers 4 utan och med kalibrering samt resultatet från Sampers 3 (kalibrerad). Sampers 4 utan kalibrering återspeglar medelreslängderna från RVU bra, förutom för kollektivtrafik där den okalibrerade modellens medelreslängder är alldeles för långa. Med hjälp av kalibrering så återspeglas även medelreslängderna bättre.

Skillnaderna mellan Sampers 4 (och RVU) och Sampers 3 skall tolkas med försiktighet eftersom medelreslängden i Sampers 3 är beräknat på nätverksavståndet medan det i Sampers 4 (och RVU) är beräknat på fågelavståndet. Detta innebär att det är förväntat att medelreslängden är längre i Sampers 3 jämfört mot Sampers 4.



Figur 23. Medelreslängd per färdmedel för samtliga ärenden i den regionala modellen för Skåne

I Figur 24 ses antal arbetsresor över Öresund per färdmedel för målintervallet (mittpunkten enligt RVU eller annat underlag), modellvärde från Sampers 4 utan och med kalibrering samt resultatet från Sampers 3 (kalibrerad). Sampers 4 utan kalibrering ger betydligt högre antal arbetsresor med bil som förare och kollektivt över Öresund jämfört med RVU. Utan kalibreringen ger också modellen felaktig fördelning mellan vart resorna startar (Sverige eller Danmark). För arbetsresor över Öresund var det enligt modellen för bil som förare 65% som startade sin tur i Sverige och endast 18% för kollektivtrafik. Detta kan jämföras mot RVU som ger att av alla resor över Öresund startar 80–90% i Sverige både för bil och kollektivtrafik. Kalibreringen med riktningssupplade mål ser till så modellen återseglar dataunderlaget enligt RVU bättre, både för antal resor per färdmedel och fördelning på riktning. Sampers 4 med kalibreringen ger att 70-80% av arbetsresorna över Öresund startar i Sverige.



Figur 24. Antal turer per färdmedel för arbetsresor över Öresund i den regionala modellen Skåne

6 BILAGOR

- **Bilaga 1 – Targets:** Excel-ark med kalibreringsmål utifrån RVU eller annat dataunderlag för alla regionala modellen i Sampers 4.
- **Bilaga 2 – Beskrivning av skript för kalibreringsmetod:** Dokument med kort beskrivning av pythonskript för implementering av kalibreringsmetod och uttag av kalibreringsresultat i Emme Agent
- **Bilaga 3 – Calibration Targets för Skåne:** Excel-ark med uppdaterade kalibreringsmål för den regionala modellen Skåne i Sampers 4.
- **Bilaga 4 – Sammanställning av kalibrering för Skåne:** Excel-ark med sammanställning av kalibrerings måluppfyllelse för den regionala modellen Skåne.
- **Bilaga 5 – Utveckling av modellvärde:** Mapp med PDF:er med grafer över kalibreringen av olika mål över iterationer för den regionala modellen Skåne.
- **Bilaga 6 – Validering för Skåne:** Excel-ark med sammanställning av resultat för kalibrerad och okalibrerad modell för den regionala modellen Skåne.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 48 700 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

