**Retningslinjer for opbygning og levering af simuleringsmodeller**

Indhold

[1. INDLEDNING 1](#_Toc475367287)

[2. FORUDSÆTNINGER 1](#_Toc475367288)

[3. SIMULERING 4](#_Toc475367289)

[4. PARAMETRE 7](#_Toc475367290)

[5. MASTER-FIL 9](#_Toc475367291)

[6. LEVERANCER 11](#_Toc475367292)

# INDLEDNING

Simuleringsmodeller, der udarbejdes for Københavns Kommune, **skal** opbygges i programmet **VISSIM**, og udarbejdes i overensstemmelse med de retningslinjer, som er oplistet i denne vejledning.

Retningslinjerne beskriver et simuleringsprojekt under ideelle forudsætninger, hvorfor der typisk kan forventes nødvendige afvigelser fra retningslinjerne – f.eks. pga. manglende data. Hvis retningslinjerne ikke følges skal dette aftales ved projektstart og godkendes af Københavns Kommune.

# FORUDSÆTNINGER

**Eksisterende modeller**

Skal der simuleres kryds eller strækninger, som allerede er opbygget helt eller delvist i VISSIM fra tidligere projekter, skal disse VISSIM modeller genanvendes. Såfremt rådgiver ikke vurdere dette muligt, skal der redegøres herfor.

Oversigt over eksisterende modeller kan findes her:

Link til Oversigt over simuleringsmodeller

Eksisterende modeller kan hentes her:

Link til modeller på KK ITS Data. Evt. på Sharepoint

**Vejregler**

Modellerne skal som udgangspunkt overholde anbefalingerne i Vejdirektoratets vejregler på området ("Anvendelse af mikrosimulering, Vejdirektoratet", juni 2010) og Københavns Kommune retningslinjer for simulering af cyklister ("Mikrosimulering af cyklister i myldretid, COWI", august 2012).

[Anvendelse af mikrosimuleringsmodeller](http://vejregler.lovportaler.dk/static/MayflowerImageCache.aspx?blobid=vd-20101203132000185.pdf&fromimgtag=false)

[Mikrosimulering af cyklister i myldretid](https://www.kk.dk/sites/default/files/uploaded-files/R%C3%A5dgivning%20Punktindsatser%20for%20bedre%20fremkommelighed%20-%20Bilag%20A%20Mikrosimulering%20af%20cyklister%20-%20rapport_0.pdf)[[1]](#footnote-1)

**Baggrundskort**

Modeller skal modelleres ud fra de grundkort (CAD), som leveres af Københavns Kommune. Kommunens grundkort er placeret i koordinatsystemet ETRS89/UTM zone 32N.

Senest opdateret grundkort over København kan hentes her:

[KK Grundkort](http://data.kk.dk/dataset/grundkort)

Da det ikke kan forventes, at Københavns Kommunes grundkort er fuldt ud opdateret til eksisterende vejnet, kan opbygningen af en korrekt model kræve justeringer ift. eksisterende grundkort. Til dette formål kan der benyttes ortofoto i samme koordinatsystem, som frit kan downloades hos Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering på følgende link:

[Ortofoto i ETRS89/UTM32](http://download.kortforsyningen.dk/content/geodataprodukter%20i%20UTM32-ETRS89)

Alle modeller som leveres til Kommunen skal være i koordinatsystem ETRS89/UTM zone 32N

**Modellens omfang**

Nærliggende kryds til det ønskede simulerede vej- og stinet i projektet skal medtages for at sikre en mere realistisk ankomstfordeling af trafikken til projektområdet i simuleringen.

Omfanget af modellen skal fastlægges med Københavns Kommune ved projektopstart eller i udbuddet.

**Trafikalt grundlag**

Trafikken i simuleringsmodellerne generes ud fra:

* Trafiktællinger
* OD-relationer (OTM)
* Fremskrivning af trafik (OTM eller generelle fremskrivningsfaktorer)

OTM-trafiktal må ikke bruges direkte i simuleringsmodeller. OTM-trafiktallene skal være justeret i forhold til trafiktællinger.

Der anvendes nyeste version af OTM (hvis det giver mening ift. det pågældende projekt).

**Kollektiv trafik**

Kollektive busruter og busstoppesteder skal indarbejdes i VISSIM modellerne. Inputtet bør baseres på MOVIAs gældende køreplaner og rutenet:

[Køreplaner](https://dinoffentligetransport.dk/trafikinformation/koereplaner/koereplaner-bus/)

[Rutenet](http://trafikinfo.moviatrafik.dk/Intern/kort/Pages/Kort.aspx?accept-cookies=1)

**Tællinger**

Der bør som udgangspunkt altid foretages krydstællinger og evt. snittællinger, når der skal modelleres kryds, hvis de ikke allerede foreligger. Ved simulering af større strækninger med mange signalreguleret kryds må det dog forventes, at ikke alle kryds kan blive talt. Her laver rådgiver i fællesskab med Københavns Kommune en vurdering af hvilket centrale krydstællinger er nødvendige, for at den opbyggede simuleringsmodel overholder kravene til kalibrering jf. vejreglerne.

Eksisterende snit- og krydstællinger i København kan findes her (under Borger > Veje >):

[Eksisterende trafiktal i København](http://kbhkort.kk.dk/spatialmap?)

Trafiktællinger skal minimum indeholde:

Krydstællinger (opdelt på 15 minutters intervaller)

* Biler (opdelt på køretøjstyper)
* Cyklister (også venstresvingende registreres)
* Fodgængere

Snittællinger (opdelt på 15 minutters intervaller)

* Biler (opdelt på køretøjstyper)

**Køregistreringer**

Til brug for kalibrering og eftervisning af simuleringsmodeller er der behov for køregistreringer i de enkelte kryds. Dette kan med fordel indsamles ifm. krydstællinger eller ved besigtigelse.

Kølængder skal registreres hvert 5. minut.

**Besigtigelse**

Det simulerede område skal besigtiges i de relevante perioder af døgnet. Besigtigelsen skal afrapporteres.

Besigtigelsen skal anvendes i kalibreringen af VISSIM-modellerne.

**Rejsetidsmålinger**

Til brug for kalibrering og eftervisning af simuleringsmodeller, er der behov for rejsetidsmålinger for de forskellige trafikanter. Fra medio 2017 vil København have implementeret et sensornetværk på store dele af det overordnede vejnet. Dette vil kunne levere historisk og realtidsrejsetidsdata for cykler, busser og biler, som med fordel kan bruges til dette formål.

Tilgængeligt data fra dette netværk og evt. behov for supplerende rejsetidsmålinger bør afklares for det enkelte projekt i fællesskab med København Kommunes projektleder og Center for Trafik og Byliv’s myndighed for trafiksignaler forinden simuleringsopgaven påbegyndes.

# SIMULERING

**VISSIM-version**

Nye modeller skal opbygges i VISSIM 9 eller nyere version.

**Simulering**

Simulation resolution skal sættes til 10 tidssteps/sekund.

Som grundlag for resultater skal der anvendes minimum 25 simuleringer af hvert alternativ med varierende ankomstfordeling.

**Simuleringsperiode**

Modeller for morgenmyldretiden og eftermiddagsmyldretiden bør minimum opfylde:

* Myldretidsperiode: minimum 2 timer myldretid
* Opvarmningsperiode: minimum ½ time
* Nedkølingsperiode: minimum ½ time

Behovet for en "nedkølingsperiode" i simuleringerne skal vurderes fra projekt til projekt.

**Dynamisk input/rutevalg**

Modellerne skal i VISSIM være opbygget med dynamisk assignment, så de fungerer ud fra matricer. Matricerne skal som minimum være opdelt på kvartersniveau og køretøjstyper (minimum opdelt personbiler, lastbiler og evt. cykler).

Der skal så vidt muligt sikres konvergens i rutevalget. Konvergens, og niveauet for konvergens, skal dokumenteres.

**Statisk input/rutevalg**

Motoriserede køretøjer skal altid modelleres dynamisk.

Cyklister og fodgængere i simuleringsmodellerne implementeres som udgangspunkt som statisk input/rutevalg. Specifikke projekter kan fordre at cyklisternes input/rutevalg implementeres dynamisk. Dette skal besluttes i samråd med Københavns Kommune ved projektstart.

Statisk input/rutevalg skal som minimum være opdelt på kvartersniveau.

**Signalanlæg**

Alle signalregulerede kryds skal opbygges i VisVap. Dette gælder ikke tidsstyret signalanlæg. Gældende signaldokumentation kan rekvireres ved mail til [signalteamet@tmf.kk.dk](mailto:signalteamet@tmf.kk.dk).

Ved større simuleringsmodeller med mange signalreguleringer kan det aftales, at rådgiver får egen web-adgang til det digitale Sharepoint signalarkiv, og hermed selv kan hente den nødvendige dokumentation ned.

**Kalibrering**

Der skal altid udarbejdes en basismodel, der repræsenterer den eksisterende trafikale situation således at modellen kan kalibreres inden den anvendes til efterfølgende scenarier. Der kalibreres i forhold til f.eks.

* Kølængder
* Rejsetider
* Besigtigelse
* Signalreguleringer

Kalibrering bør tilstræbe virkeligheden, men detaljeringsniveauet bør afvejes fra projekt til projekt. Kalibreringen skal dokumenteres.

**Evaluering**

Resultater fra simuleringsmodellerne baserer sig typisk på:

* Kølængder
* Rejsetider
* Forsinkelse

Det skal fastlægges for det enkelte projekt, hvilke resultater der er relevante at udtrække fra simuleringsmodellerne.

Hvis ikke andet er angivet forventes kølængder i VISSIM målt med queue counters. Kølængden baseres på en 95%-fraktil af den maksimale kølængde (QLenMax i VISSIM). 95%-fraktilen beregnes ud fra samtlige registrerede maksimale kølængder i de minimum 25 simuleringer.

Hvis ikke andet er angivet forventes rejsetider i VISSIM målt med vehicle travel times. Rejsetiden baseres på den gennemsnitlige rejsetid for en given trafikanttype fra A til B i simuleringen. Gennemsnittet beregnes ud fra samtlige registrerede rejsetider fra A til B i de minimum 25 simuleringer.

Hvis ikke andet er angivet forventes forsinkelse i kryds i VISSIM målt med nodes, mens forsinkelse på strækninger i VISSIM forventes målt med Delay Measurements. Forsinkelsen baseres på den gennemsnitlige forsinkelse for en given trafikant type i en given bevægelse i modellen. Gennemsnittet beregnes ud fra samtlige registrerede forsinkelser i den givne bevægelse i de minimum 25 simuleringer.

**Følsomhedsanalyse**

Relevansen af følsomhedsanalyser skal fastlægges i samarbejde med Københavns Kommune i det enkelte projekt.

En følsomhedsanalyse kan f.eks. bestå i at teste fremtidssikringen af en foreslået løsning ved trinvis at øge trafikmængderne i simuleringsmodellen for at finde kapacitetsgrænsen for de foreslåede løsninger.

# PARAMETRE

**Køretøjstyper (vehicle types)**

Der skal anvendes en procentdel af lange lastbiler i modellen som ikke er en del af de prædefinerede køretøjstyper i VISSIM. Der skal anvendes 3D-modellerne:

* HGV – EU 01 Tractor.v3d
* HGV – EU 01 Trailer.v3d

I master-filen er der anvendt 25% lange lastbiler, men dette skal om muligt defineres i det enkelte projekt.

**Hastighedsfordeling (desired speed decision)**

Hastighedsfordelingerne defineret i vejreglerne og mikrosimulering af cyklister i myldretiden skal anvendes. Disse er implementeret i master-filen.

**Hastighed i sving (reduced speed areas)**

Der skal anvendes standard hastighedsfordelinger i VISSIM.

Højresving:

* Personbil - 20 km/t
* Lastbil - 15 km/t
* Bus - 15 km/t
* Cykel – KK\_reduced\_speed\_cykel

Venstresving:

* Personbil - 25 km/t
* Lastbil - 20 km/t
* Bus - 20 km/t
* Cykel – KK\_reduced\_speed\_cykel

**Hastighedstildeling**

Hastighederne for de forskellige trafikanttyper ved ankomst til model tildeles på følgende måde:

* Biler/lastbiler – angives i parking lots ved dynamisk rutevalg eller i vehicle input (traffic composition) ved statisk rutevalg.
* Bus – angives i public transport line.
* Cyklister - angives i vehicle input (traffic composition) eller i parking lots ved dynamisk rutevalg
* Fodgængere - angives i vehicle input (traffic composition) eller i fodgængermodul ved dynamisk rutevalg

**Acceleration/Deceleration**

For personbiler skal anvendes accelerations- og decelerationskurver som defineret i vejreglerne. Disse er implementeret i master-filen.

For cykler skal anvendes accelerations- og decelerationskurver som defineret i mikrosimulering af cyklister i myldretiden. Disse er implementeret i master-filen.

For lastbiler, busser og fodgængere skal anvendes accelerations- og decelerationskurver som standard i VISSIM.

**Kørselsadfærd (driving behaviour)**

For personbiler og lastbiler skal anvendes kørselsadfærd som defineret i vejreglerne. Disse er implementeret i master-filen.

For cykler skal anvendes kørselsadfærd som defineret i "Mikrosimulering af cyklister i myldretid". Disse er implementeret i master-filen.

I signalanlæg anvendes som udgangspunkt en kørselsadfærd, hvor rød/gul betragtes som grønt signal af trafikanterne i VISSIM. Dette er implementeret i master-filen. I det specifikke projekt kan der dog afviges fra dette, hvis den trafikale adfærd er observeret anderledes.

**Gradient**

Ved anvendelse af gradienter på vej- og stinet i simuleringsmodellen angives dette med et Z-koordinat. Denne grundindstilling er implementeret i master-filen.

**Holdetid ved busstop**

Som udgangspunkt skal der anvendes data fra MOVIA mht. at implementere de korrekte holdetider ved hvert stoppested for hver buslinje i simuleringsmodellen. Ved projektstart skal det drøftes med Københavns Kommune, hvorvidt dette findes relevant for det specifikke projekt.

# MASTER-FIL

Nye modeller skal opbygges i Københavns Kommunes master-fil, der udleveres ved projektstart. Master-filen leveres i:

* VISSIM 9

Masterfilen indeholder følgende ekstra anbefalede parametre og indstillinger.

**Køretøjstyper (vehicle types)**

I master-filen er der indlagt 25% lange lastbiler baseret på 3D-modellerne:

* HGV – EU 01 Tractor.v3d
* HGV – EU 01 Trailer.v3d

**Hastighedsfordeling (desired speed decision)**

Personbiler:

* 40 km/t, 50 km/t, 60 km/t, 70 km/t, 80 km/t, 110 km/t og 130 km/t (Hastighedsfordelingerne for 40 km/t, 60 km/t og 70 km/t er dannet på grundlag af hastighedsfordelingerne for 50 km/t og 80 km/t fra vejreglerne)

Lastbiler:

* 40 km/t, 50 km/t, 60 km/t, 70 km/t, 80 km/t, 110 km/t og 130 km/t (Hastighedsfordelingerne for 40 km/t, 60 km/t og 70 km/t er dannet på grundlag af hastighedsfordelingerne for 50 km/t og 80 km/t fra vejreglerne)

Normal cykel:

* Flad strækning
* Opad bakke
* Nedad bakke

Ladcykel:

* Flad strækning

Elcykel:

* Flad strækning
* Nedad bakke

**Hastighed i sving (reduced speed areas)**

Cykel:

* KK\_reduced\_speed\_cykel

**Acceleration/Deceleration**

Personbil:

* Accelerations- og decelerationskurver fra vejreglerne

Cykel:

* Accelerations- og decelerationskurver fra "Mikrosimulering af cyklister i myldretid" (KK\_normal\_cyklist)

**Kørselsadfærd (driving behaviour)**

Personbil, lastbil og bus:

* Fri strækning (motorvej) – personbiler
* Fri strækning (motorvej) – lastbiler
* Flettestrækning

Cykler:

* Cykelsti
* Cykel Krydsstrækning
* Cykel Flettestrækning
* Cykel Ventezone
* Cykel Afkortet cykelsti (Cyk)
* Cykel Afkortet cykelsti (Kt)
* Cykel Udligningsstrækning

Kørselsadfærd for personbiler, lastbiler, busser og cykler ved rød/gul i signalanlæg er sat til "go".

**Gradient**

Gradienten på veje- og stier skal baseres på angivelse af Z-koordinat.

# LEVERANCER

Som udgangspunkt skal følgende leverancer finde sted, når rådgiver arbejder med simuleringsmodeller.

* Afrapportering af besigtigelse.
* Modeller over basisscenarie, som afspejler dagens trafiksituation.
* Modeller over løsningsscenarie(r), som afspejler **de(n) mulige** fremtidige situation(er), som projektet vil medføre (Projektforslag)
* Modeller over løsningsscenarie, som afspejler **den planlagte** fremtidige situation, som projektet vil medføre (Hovedprojekt)
* Modeller over løsningsscenarie, som afspejler **den faktiske** implementeret situation, som projektet har medført (”Som udført” dokumentation)
* Alle modeller udleveres med .sig, .pua, .vv og .VAP filer for signalreguleret kryds
* Ved hver leverance skal vedhæftet skema udfyldes:

Link til Stamdata over simuleringsmodel

* Modeller med vedhæftet udfyldt skema over stamdata fremsendes til [signaldokumentation@tmf.kk.dk](mailto:signaldokumentation@tmf.kk.dk).
* Sendes modeller i komprimeret format (zip, rar etc.) skal disse låses med kode, for at kunne slippe igennem kommunens Firewall. Endvidere kan mails med vedhæftet filer >20 mb ikke modtages. Er dette tilfældet, skal modellerne lægges op på FTP-server, og download link sendes i mailen i stedet for modelfilerne.

For det enkelte projekt kan det aftales, at antallet af modeller reduceres, så der ikke opbygges modeller for alle de førnævnte projektfaser. Dette bør dog aftales på forhånd med Center for Trafik og Byliv’s myndighed for trafiksignaler ([signalteamet@tmf.kk.dk](mailto:signalteamet@tmf.kk.dk))

**Forbedring af retningslinjer**

Såfremt du har forbedringsforslag eller kommentarer til disse retningslinjer er du velkommen til at skrive ind til [signaldokumentation@tmf.kk.dk](mailto:signaldokumentation@tmf.kk.dk).

1. PTV har anbefalet 2 ændringer af parametre ift. notatet, hvilke er indarbejdet i VISSIM master-fil. I VISSIM 9 er det muligt at importere et PTV-eksempel på cykelsimulering baseret på Københavns Kommunes retningslinjer for simulering af cyklister. (Eksemplet *Cyclists Behavior Copenhagen* er indeholdt i installationen af VISSIM 9) [↑](#footnote-ref-1)