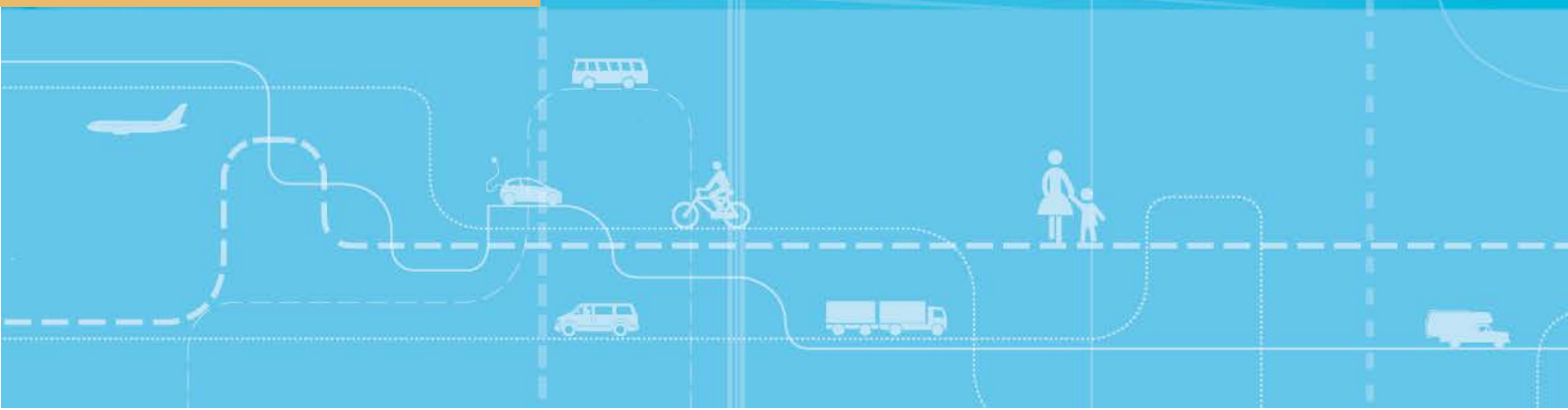


Automatisk rutekoding for regionale persontransportmodeller

Basert på Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata



Automatisk rutekoding for regionale transportmodeller

Basert på Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata

Chi Kwan Kwong

Grétar Ævarsson

Forsidebilde: www.shutterstock.com

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-2129-2 Elektronisk versjon

Oslo, mars 2018

Tittel: Automatisk rutekodning for regionale transportmodeller - Basert på Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata

Forfattere: Chi Kwan Kwong
Grétar Ævarsson

Dato: 03.2018

TØI-rapport: 1624/2018

Sider: 47

ISBN elektronisk: 978-82-480-2129-2

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilder: Jernbanedirektoratet

Title: Automatic coding of public transport routes for regional passenger models

Authors: Chi Kwan Kwong
Grétar Ævarsson

Date: 03.2018

TØI Report: 1624/2018

Pages: 47

ISBN Electronic: 978-82-480-2129-2

ISSN: 0808-1190

Financed by: The Norwegian Railway Authority

Prosjekt: 4502 – AKiT

Prosjektleder: Chi Kwan Kwong

Kvalitetsansvarlig: Anne Madslie

Fagfelt: Transportmodeller

Emneord: Grunnlagsdata
Kollektivtilbud
Regional transportmodell

Project: 4502 - AKiT

Project Manager: Chi Kwan Kwong

Quality Manager: Anne Madslie

Research Area: Transport Models

Keywords: Public transport
Transport data
Transport model
Transport network

Sammendrag:

Lansering av en nasjonal database for rute- og stoppestedsdata i 2017 åpnet muligheten for å erstatte manuell rutekodning til regionale persontransportmodeller med automatisert rutegenerering ved hjelp av en applikasjon. Applikasjonen NeTEx2TNExt versjon 1.0 er utviklet som en tilleggsmodul til ArcGIS systemet med formål å generere rutedata basert på den norske profilen Network Timetable Exchange (NeTEx), som er det offisielle utvekslingsformatet for rutedata i Norge fra 1. juni 2017. Applikasjonen baserer seg på transportnettverk etablert i TNExtension og omsetter NeTEx dataene til rutebeskrivelser tilpasset for import til TNExtension og videre til RTM. Applikasjonen gjør uttrekk av rutetilbudet med tilhørende egenskapsdata etter tidsperioder definert av brukeren.

Summary:

Traditionally, updating the input data for public transport to the Regional Transport Model System has been very time-consuming. The launching of a National database for public transport services provides an opportunity to replace a manual process with an application. TØI has developed the application NeTEx2TNExt as an add-on to ArcGIS. NeTEx2TNExt uses data in Norwegian Profile Network Timetable Exchange Format (NeTEx). NeTEx2TNExt implements rules and time periods given by the user to produce a set of public transport routes. The output from NeTEx2TNExt are designed for import into TNExtension.

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

Alle transportmodeller forutsetter at kollektivrutene som skal være en del av transporttilbudet er kodet på et bestemt format. Med lansering av Nasjonal rutedatabank åpnes det en mulighet for å effektivisere kodingsprosessen gjennom direkte etablering av rutekoding ved hjelp av en tilpasset applikasjon. Jernbanedirektoratet ønsker gjennom dette oppdraget å utvikle en metode for å generere rutekoding til transportmodellene basert på rutedata fra Nasjonal rutedatabank. Transportøkonomisk institutt har gjennom dette oppdraget utviklet en applikasjon som leser rutedata kodet på utvekslingsformatet Network Timetable Exchange (NeTEx), og konverterer til rutedata som kan brukes videre i regionale transportmodeller RTM.

Resultatet av prosjektet er en første versjon av applikasjonen NeTEx2TNExt. Viktige valg og forutsetninger på veien fram til endelig produkt oppsummeres i foreliggende rapport. En kortfattet brukerveiledning for applikasjonen inngår som vedlegg 1.

Prosjektet er gjennomført av Grétar Ævarsson og Chi Kwan Kwong ved avdeling for økonomi og logistikk ved TØI, sistnevnte som prosjektleder. Forskningsleder Anne Madslie står for kvalitetssikring av prosjektet. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Marius Sandvik fra Jernbanedirektoratet, som vi retter en stor takk til for nyttige innspill underveis i utviklingsarbeidet.

Oslo, mars 2018

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Kjell Werner Johansen
Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Avgrensning	1
2	Datagrunnlag og metodevalg	3
2.1	Dataflyt fra TNEExtension til de regionale transportmodellene RTM	3
2.2	Dataflyt med NeTEx2TNEExt	4
2.3	Nasjonal database for rutedata og stoppesteder	5
2.4	Programvaren og programmeringsplattform	14
2.5	Grunnlag fra TNEExtension og TNEExt-nettverk	15
2.6	Kobling av stoppesteder i rutedata til et transportnettverk	15
2.7	Noder med mode-spesifikk informasjon	18
2.8	Tidsangivelse i NeTEx-dataene og RTM.....	19
2.9	Beregning av frekvens.....	20
2.10	Øvrige egenskapsdata for kollektivruiter i TNEExtension.....	22
3	Oppsummering og videre arbeid	26
3.1	RTM-beregning med rutekoding fra NeTEx-dataene	26
3.2	Forslag til videre arbeid med NeTEx2TNEExt	27
4	Referanser	29
	Vedlegg 1 – Brukerveiledning	30

Sammendrag

Automatisk rutekoding til regionale persontransportmodeller

TOI rapport 1624/2018

Forfattere: Chi Kwan Kwong og Grétar Ævarsson

Oslo 2018 47 sider

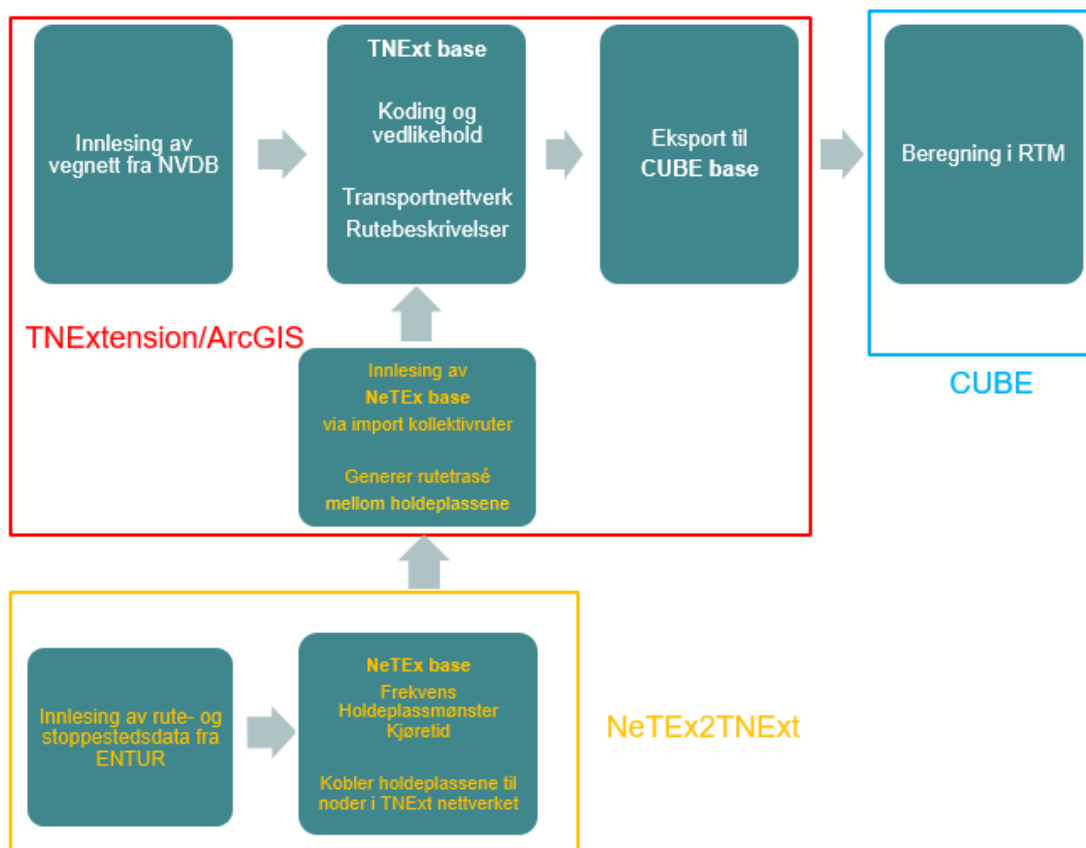
Lansering av en nasjonal database for rute- og stoppestedsdata i 2017 åpner muligheten for å erstatte manuell rutekoding til regionale persontransportmodeller med automatisert rutegenerering ved hjelp av en applikasjon. Applikasjonen NeTE_x2TNE_{xt} versjon 1.0 er utviklet som en tilleggsmodul til ArcGIS-systemet med formål å generere rutedata basert på den norske profilen Network Timetable Exchange (NeTE_x), som er det offisielle utvekslingsformatet for rutedata i Norge fra 1. juni 2017. Applikasjonen baserer seg på transportnettverk etablert i TNE_{xtension} og omsetter NeTE_x-dataene til rutebeskrivelser tilpasset for import til TNE_{xtension} og videre til RTM. Applikasjonen gjør uttrekk av rutetilbudet med tilhørende egenskapsdata for tidsperioder definert av brukeren.

Bakgrunn

Etablering og vedlikehold av rutebeskrivelser for kollektivruter i de strategiske transportmodellene RTM og NTM6 er tradisjonelt forbundet med mye manuelt, tidkrevende arbeid. Koding og vedlikehold av transportnettverk og rutebeskrivelser til RTM skjer i dag med ArcGIS-applikasjonen TransportNettExtension (TNE_{xtension}). Som et ledd i realisering av en nasjonal reiseplanlegger ble det statlig eide selskapet ENTUR opprettet i 2016. Selskapet fikk blant annet koordineringsansvaret for reiseinformasjon og billettering på nasjonalt nivå. Med ENTURs lansering av Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata fra 1. juni 2017 åpnet det seg en mulighet for å erstatte manuell rutekoding til regionale persontransportmodeller med automatisert rutegenerering ved hjelp av en applikasjon. Mye faglig skjønn er forbundet med manuell rutekoding. Et automatisert opplegg vil endre nåværende kodingspraksis, og faglige vurderinger må bli erstattet med oppsatte regler og kriterier. Metodeutvikling for å gjengi et fornuftig kollektivtilbud tilpasset bruken i RTM er derfor en sentral del av prosjektet, ved siden av selve programmeringsarbeidet.

Datagrunnlag og metodevalg

Etablering av NeTE_x2TNE_{xt} versjon 1.0 er et første forsøk på å opprette en link mellom Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata og de regionale persontransportmodellene. Hovedidéen for applikasjonen er å generere rutedata som kan leses inn i TNE_{xtension}, samtidig som den inneholder rutiner som knytter rutedataene til et transportnettverk generert i TNE_{xtension}. Applikasjonen skal inngå i eksisterende dataflyt fra TNE_{xtension} til RTM, som illustrert skjematisk i figur S1 under.



Figur S1 Skjematiske beskrivelse av hvordan NeTEx2TNext blir integrert i dataflyten fra TNextension til RTM/CUBE.

En sentral del av prosjektet er å forstå oppbyggingen av den norske profilen av NeTEx, som er den offisielle datamodellen for kollektivrutedata i Norge fra og med 1. juni 2017. Alle aktører som tilbyr kollektivrutetjenester er pliktig til å levere kollektivrutedata i dette formatet til ENTUR. Disse dataene er åpne og kan fritt lastes ned fra (<http://www.entur.org/dev/rutedata/>).

I utviklingen av NeTEx2TNext har vi primært basert oss på datasettene produsert av kollektivselskapene RUTER og NSB. Den norske NeTEx-profilen er imidlertid en omfattende standard med stor fleksibilitet på hvordan de enkelte egenskapselementer kan beskrives. Det gjør at den første versjonen av NeTEx2TNext ikke nødvendigvis støtter datasettene fra andre kollektivselskap som modellerer kollektivtilbudet annerledes enn i testdatasettene våre. Applikasjonen NeTEx2TNext er implementert som en tilleggsmodul (Add-in) i ArcGIS-systemet med Python 2.7 og utstrakt bruk av ArcPy, som er et eget Python bibliotek tilrettelagt i ArcGIS-programvaren.

Metodeutviklingen bak applikasjonen NeTEx2TNext kan oppsummeres i følgende hovedelementer:

1. Analyse av transportnettverk og tilordning av informasjon om tillatte transportmidler på nodene.
2. Knytte lokalisering av holdeplassene i NeTEx-dataene til nodene i transportnettverket etablert i TNextension etter bestemte kriterier.
3. Avgrense import av rutedata ut i fra transportnettverkets utstrekning. Hver rutevariant med unikt holdeplassmønster behandles som én rute.
4. Bestemme hvilke ruter som inngår i ulike tidsperioder og beregning av frekvens og innhente andre egenskaper knyttet til kollektivrutene.

Oppsummering og videre arbeid

Utviklingen av NeTEx2TNEExt bygger primært på testdatasett fra RUTER og NSB. Et naturlig steg videre er å innhente rutedata fra andre kollektivselskap og tester videre hvordan applikasjonen fungerer for rutetilbud som dekker andre typer reiser, eksempelvis lange reiser, rutetilbud i spredt bebygde strøk og andre transportmidler.

Antall kollektivruter som genereres til RTM-modellene vil antakeligvis øke betraktelig med NeTEx-dataene som kilde. Dette kan ha betydning for hvordan man bør vedlikeholde de store regionale transportmodellene, dersom TNEExt-basene blir så store at de blir uhåndterlige i TNEExtension. NeTEx2TNEExt tolker rutevarianter med ulike holdeplasmønster som egne ruter. Det vil sannsynligvis medføre at antall ruter med lav frekvens øker. Det er foreløpig ikke testet hvordan rutebeskrivelser basert på NeTEx-dataene vil påvirke LoS-datagenerering og kollektivruteberegning i RTM. Det vil være fornuftig å følge opp NeTEx2TNEExt med en systematisk testing av rutebeskrivelsene til RTM med hensyn til hvordan oppsettet for rutevalgberegningen bør være.

Kobling av holdeplasser til nærmeste noder er en sentral del av metodikken. Dette var noe som måtte etableres i NeTEx2TNEExt fordi holdeplassinformasjon foreløpig mangler i nettverket generert fra NVDB. En direkte kobling mot holdeplassinformasjon i nettverket hadde vært den foretrukne løsningen, og det anbefales at NeTEx2TNEExt tilpasses til å ta dette i bruk når koblingen mellom NVDB og stoppstedsdatabasen hos ENTUR etter hvert kommer på plass.

Overgang til et automatisert opplegg for rutekoding er en stor omlegging fra gjeldende modellpraksis. Det vil antakeligvis gi implikasjoner for flere forhold. Det kan ha betydning for hvordan transportnettverkene bør kodes og det kan gi behov for lokale tilpasninger av tilknytningslenker og ganglenker. NeTEx-dataene er et omfattende datasett som inneholder et stort antall egenskapsdata. Egenskapsdata slik de er definert i NeTEx-data gir antakeligvis implikasjoner for hvordan rutebeskrivelser i RTM bør defineres. Det har også vist seg at enkelte egenskaper beskrevet i retningslinjene for koding vanskelig lar seg hente ut fra NeTEx-dataene direkte. Det gjelder blant annet en fornuftig rute-ID som kan importeres til TNEExtension. Vi anbefaler at det gjøres en nærmere vurdering av NeTEx-dataene, og eventuelt en revisjon av gjeldende retningslinjer for koding av transportnettverk og rutebeskrivelser til RTM-modellene.

Gjeldende løsning i versjon 1.0 av NeTEx2TNEExt er valgt ut fra de testdatasettene fra NeTEx som ble benyttet. Det har etterpå vist seg at NeTEx-profilen gir en viss fleksibilitet i hvordan gyldige kjøreperioder beskrives. Applikasjonen tar per i dag hånd om to av tre kjente tilnæringer. Det er også behov for å høste mer erfaring om hvordan oppsatte regler for hvilke ruter som inngår i de ulike tidsperiodene fungerer.

Alt i alt er NeTEx2TNEExt et første forsøk å opprette en link mellom Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata og TNEExtension/RTM. NeTEx2TNEExt v1.0 betraktes som et godt utgangspunkt for videreutvikling og tilpasning. Flere uttestinger og mer brukererfaring er hensiktsmessig for en eventuell offisiell innfasing av verktøyet.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Etablering og vedlikehold av rutebeskrivelser for kollektivruter i de strategiske transportmodellene RTM og NTM6 er forbundet med mye manuelt, tidkrevende arbeid. Med ArcGIS-applikasjonen TransportNettExtension (TNEExtension eller TNEExt) er det mulig å oppdatere vegnettverket i RTM-modellene automatisk med data fra den nasjonale vegdatabanken (NVDB), mens koding og vedlikehold av kollektivruteinformasjon fortsatt har vært en manuell oppgave i TNEExtension. Det ligger et betydelig effektiviseringspotensial i å automatisere en tidkrevende arbeidsprosess, samtidig som man ved automatisering i langt større grad kan standardisere måten ruteinformasjon blir tolket.

Som et ledd i realisering av en nasjonal reiseplanlegger ble det statlig eide selskapet ENTUR opprettet i 2016. Selskapet fikk blant annet koordineringsansvaret for reiseinformasjon og billettering på nasjonalt nivå. Med ENTURs lansering av Nasjonal database for rute- og stoppestedsdata fra 1. juni 2017, åpnet det seg en mulighet for å erstatte manuell rutekoding til regionale persontransportmodeller med automatisert rutegenerering ved hjelp av en applikasjon.

Rutebeskrivelsene i transportmodellene inneholder en forenklet beskrivelse av kollektivrutetilbudet med hensyn til rutetraséer, avgangshyppighet og tid mellom holdeplassene. Avgangshyppigheten er frekvensbasert, med angivelse av gjennomsnittlig tid mellom avgangene til rutene i løpet av en gitt tidsperiode, mens rutene i rutedatabanken inneholder detaljert informasjon om klokkeslett for den enkelte avgang. Det er derfor behov for å oversette tidtabellbasert ruteinformasjon til frekvensbasert ruteinformasjon etter oppsatte regler. I tillegg til å løse det programtekniske rundt konvertering av rutedata, oppfatter vi at det ligger en viktig oppgave i å definere hvordan grenseflatene mot tilgrensende systemer skal håndteres. Det gjelder særlig for grenseflaten mot tilgrensende systemer for transportmodeller.

1.2 Avgrensning

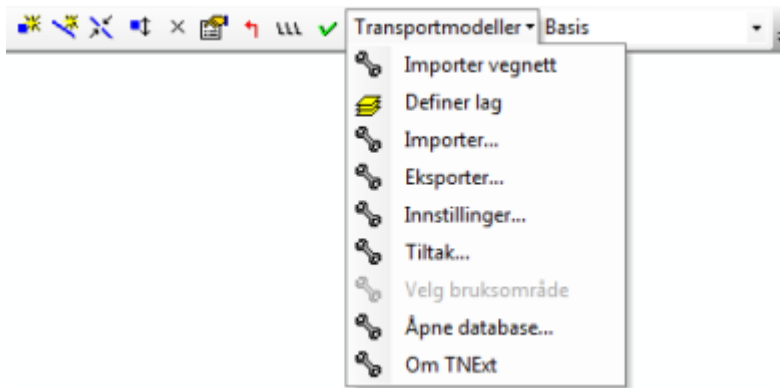
Etablering av applikasjonen **NeTEx2TNEExt v1.0** er første forsøk på å opprette en link mellom den nasjonale rutedatabanken og transportmodellsystemet. Vårt utgangspunkt for utviklingsarbeidet har vært rute- og holdeplassdatabaser som er tilgjengeliggjort via ENTUR sin nettside (<http://www.entur.org/dev/rutedata/>). I utviklingsarbeidet har vi primært brukt rutedataene fra RUTER og NSB, i tillegg er det gjort noen avgrensede kontroller mot rutedata fra noen få andre fylkeskommuner. Det gjør at våre valgte løsninger er tilpasset til hvordan RUTER og NSB har organisert sine rutedata. Applikasjonen er tilrettelagt for å håndtere alle rute- og holdeplassdata som er kodet etter NeTEx profiler, men dersom det anvendes på datasett med datastruktur som avviker fra RUTER eller NSB, er det ikke garantert at applikasjonen støtter dette. I løpet av

utviklingsarbeidet har vi opplevd flere større oppdateringer/endringer av datastrukturen, noe som medførte flere runder med omkodinger av applikasjonen for å håndtere endringene. Den offisielle versjonen av NeTEx2TNExt v1.0 støtter testdatabasene som var tilgjengelige på ENTUR sin nettside den 12.12.2017. Vi utelukker ikke at det har kommet nyere oppdateringer av databasene etter denne datoen, og som gjeldende versjon av NeTEx2TNExt (v1.0) ikke støtter fullstendig.

2 Datagrunnlag og metodevalg

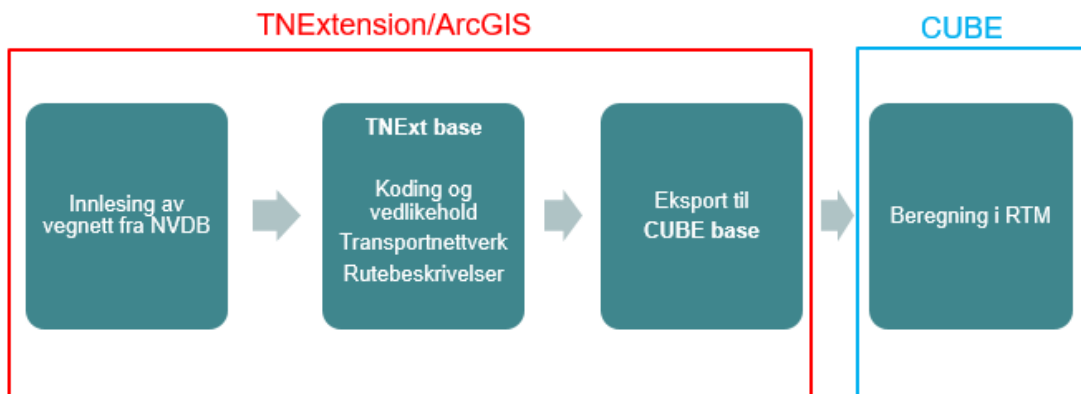
2.1 Dataflyt fra TNExtension til de regionale transportmodellene RTM

Koding og vedlikehold av nettverks- og rutebeskrivelser til de regionale transportmodellene RTM skjer gjennom applikasjonen TNExtension (figur 1). TNExtension er programmert som en tilleggsmodul til GIS-programpakken ArcGIS, mens RTM modellene er implementert i transportmodellpakken CUBE.



Figur 1: Verktøylinjen for TNExtension etter opplasting i GIS-verktøyet ArcGIS.

Dataflyten fra TNExtension til RTM/CUBE kan beskrives skjematisk med figur 2.



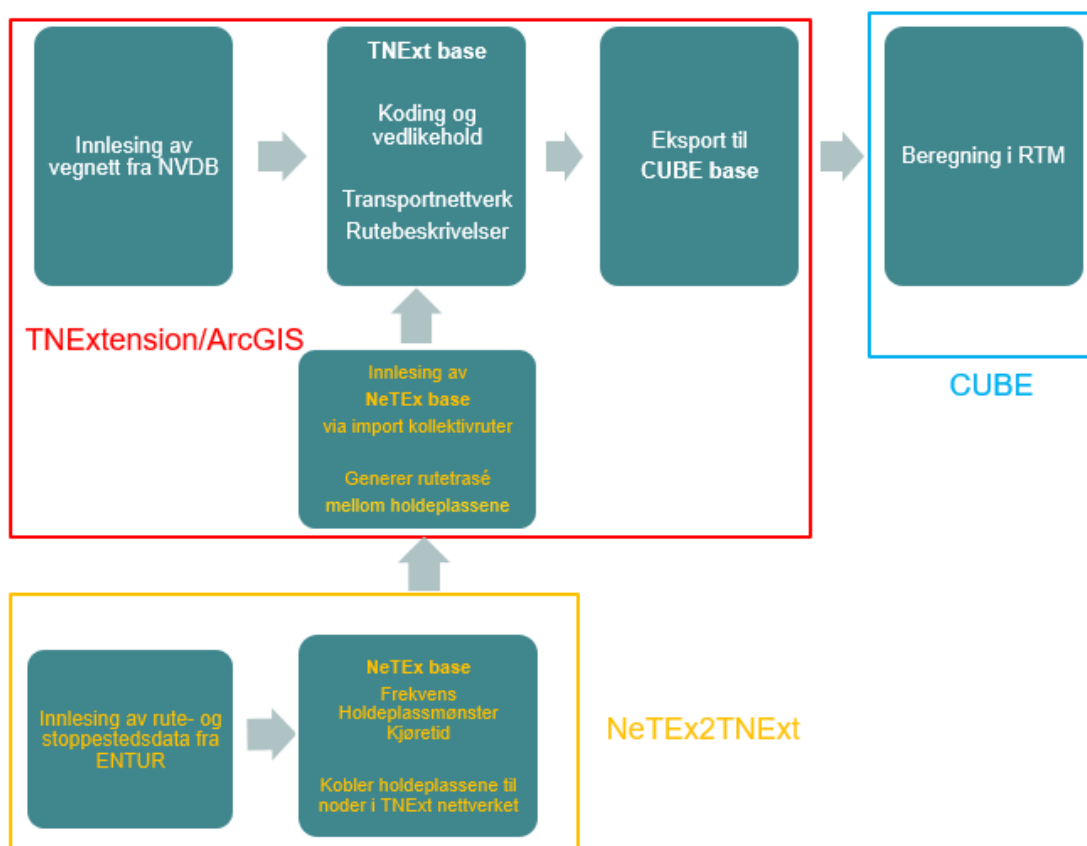
Figur 2: Skjematisk framstilling av eksisterende dataflyt fra TNExtension/ ArcGIS til RTM/ CUBE

TNExtension brukes til å generere modellnettverk basert på vegnettsgrunnlag fra NVDB og vedlikehold av øvrige transportlenker som utgjør et komplett nettverk for RTM-modellene. Nettverks- og rutedataene lagres og vedlikeholdes i to geodatabaser i TNExtension. Disse to geodatabasene er tilrettelagt etter en bestemt datastruktur tilpasset TNExtension. Vi kaller disse to geodatabasene for henholdsvis TNExt-base for nettverk

(.gdb-fil) og TNEExt-base for kollektivdata (.mdb-fil). Gitt at transportnettverket er etablert i TNEExtension, kan kollektivrutene kodes manuelt med tilrettelagte funksjoner i TNEExtension. Brukeren må selv identifisere holdeplassene for én og én rute basert på visuell visning på skjerm, og manuelt legge inn informasjon om tid mellom holdeplassene, frekvens og stoppmønstre. Ut i fra holdeplassene som er angitt, genererer TNEExt en rutetrasé gjennom nettverket basert på en beregning av korteste rute langs vei mellom holdeplassene. Oppdateringsrutiner i TNEExtension gir mulighet til å oppdatere rutetraséer ved endring av nettverket. Ved hjelp av import- og eksportrutiner i TNEExtension kan man oppdatere nettverks- og rutedataene med data fra andre TNEExt-baser. Når nettverket og rutebeskrivelsen for et scenario er ferdig tilpasset, eksporteres det en såkalt CUBE-base, som er en geodatabase tilrettelagt for innlesing i CUBE ved starten av en modellberegning med RTM. For nærmere beskrivelse av TNEExtension vises til gjeldende versjon av Brukerveiledning for TNEExtension (Kroksæter og Babri 2017).

2.2 Dataflyt med NeTEEx2TNEExt

Hovedideen bak applikasjonen NeTEEx2TNEExt er å erstatte den manuelle kodingen av kollektivruter i TNEExtension med autogenererte rutebeskrivelser basert på rutedataene fra nasjonal rutedatabase levert av ENTUR. På samme måte som TNEExtension, er NeTEEx2TNEExt implementert som et tilleggsprogram til ArcGIS. Kort forklart produserer NeTEEx2TNEExt en geodatabase med rutedata som kan importeres i TNEExtension. Integrasjon av den nye applikasjonen i eksisterende dataflyt er illustrert i figur 3.



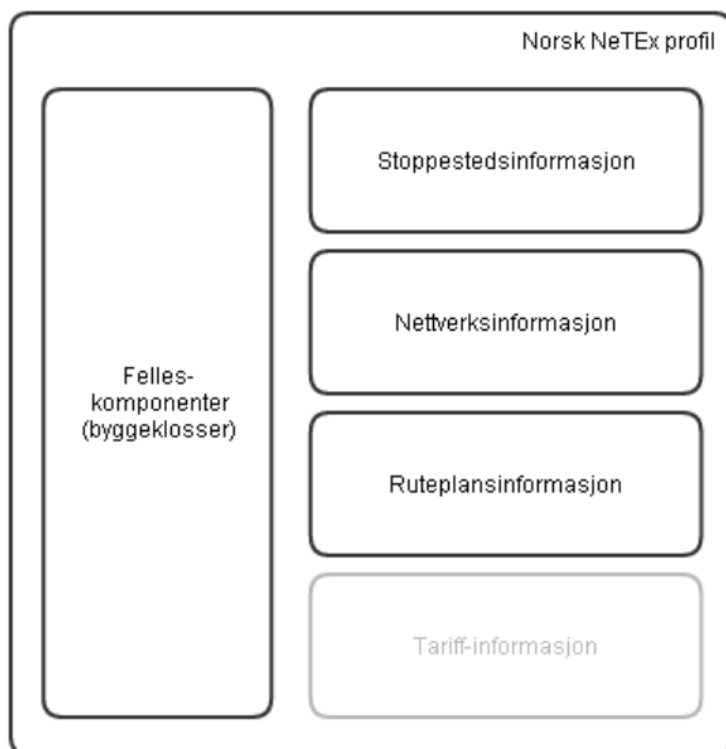
Figur 3: Skjematiske beskrivelse av hvordan NeTEEx2TNEExt blir integrert i dataflyten fra TNEExtension til RTM/CUBE.

NeTEx2TNExt tar seg av omformatering av rutedataene fra ENTUR og tilpasser til rutedata som kan leses av TNExtension. Ved kjøring av NeTEx2TNExt kobles holdeplassene definert i ENTURs rutedata til transportnettverket som er etablert ved TNExtension. Når NeTEx-basen er etablert kan den importeres inn i TNExtension ved hjelp av importrutinen i TNExtension. Rutetraséene mellom holdeplassene blir generert av TNExtension ved innlesing av rutedataene i NeTEx-basen. Videre bearbeiding og vedlikehold av rutedataene skjer i TNExtension på vanlig måte.

2.3 Nasjonal database for rutedata og stoppesteder

Oppbygging av en nasjonal reiseplanlegger har en lang forhistorie. En nasjonal database for ruter- og stoppesteder som bygger på en felles datamodell og dataformat har vært en sentral brikke for å realisere en nasjonal reiseplanlegger. Fra og med 1. juni 2017 skal all kollektivruteinformasjon være tilgjengelig på NeTEx-formatet, som er standard utvekslingsformat for kollektivdata i Norge. Alle aktører som tilbyr rutetilbud plikter å levere rutedata i NeTEx-format til ENTUR, som er et statlig eid selskap med blant annet ansvar for å koordinere rutedata nasjonalt inklusive den nasjonale reiseplanleggeren. Alle rutedataene er fritt tilgjengelig og kan lastes ned via <http://www.entur.org/dev/rutedata/>. Rutedataene fra denne portalen har vært utgangspunktet for utvikling av vår applikasjon.

NeTEx (Network and Timetable Exchange) er en CEN-standard som definerer dataformat og brukes for å beskrive veldig mange aspekter ved offentlig transport, alt fra den fysiske infrastrukturen inkludert stoppesteder, via materiell, tidtabeller, sjåførplanlegging til informasjon om billettpriser og soner (Vegdirektoratet 2016-1). Dataformatet er såkalt XML-format som gir høy grad av fleksibilitet. De norske NeTEx-profilene er delt opp i flere deler som alle (unntatt tariff-informasjon som foreløpig ikke er implementert i NeTEx profilen) er relevant for NeTEx2TNExt i dette utviklingsarbeidet.



Figur 4: Den norske NeTEx-profilen.

Merk at den norske NeTEx-profilen (Vegdirektoratet 2016-2) bruker ordet 'nettverksinformasjon' om stoppmønstrene for kollektivrutene og 'ruteplaninformasjon' over tidtabeller for kollektivrutene.

2.3.1 Felleskomponenter

Alle aktører som tilbyr kollektivrutetjenester i Norge er pliktig til å levere NeTEx-datasett på ENTUR sin nettside (ENTUR, 2018), dvs. rutedata og stoppestedsdata. Rutedataene består av mange XML-rutefiler, én for hver linje, som inneholder informasjon om stoppmønstre og tidtabeller. Stoppestedsdataene kan lastes ned enten fylkesvis (en XML-fil for hvert fylke) eller nasjonalt (en XML-fil med alle stopp). I tillegg finnes det **en felles fil for hver leverandør**, hvor de grunnleggende objektene som gjenbrukes på tvers av hele profilen er beskrevet. Disse inkluderer f.eks. organisasjoner, dagstyper og operasjonsperioder (se avsnitt 2.3.4).

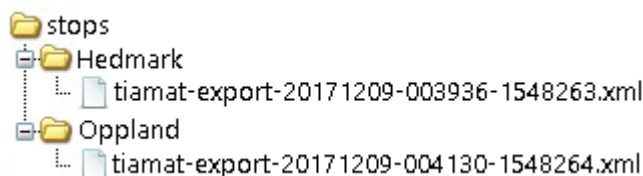
Rutefilene inneholder informasjon om holdeplasser (*StopPointInJourneyPattern*) som hver rute betjener, og hver holdeplass inneholder en referanse til et planlagt stoppelement (*ScheduledStopPoint*) som ligger i fellesfilen. Stoppestedsfilen(e) inneholder informasjon om alle de fysiske stoppestedene (*StopPlace*) og plattformene (*Quay*), samt koordinatene til disse. Derfor, når en rute skal leses og importeres i TNExt, må ruteholdeplassene kunne projiseres til veinettverket basert på koordinatene for hver ruteholdeplass. Koblingen mellom rutefilene og stoppestedsfilene ligger i fellesfilen. Fellesfilen inneholder informasjon om og stedfesting av alle holdeplassene som ligger innenfor området hvor leverandøren har et rutetilbud. I fellesfilen finnes en abstrakt klasse (*PassengerStopAssignment*) som brukes i beskrivelsen av kobling mellom et planlagt stopp i rutefilen (*ScheduledStopPoint*) og en plattform i stoppestedsfilen (*Quay*). Se følgende eksempel:

```
<PassengerStopAssignment order="1704" version="1" id="RUT:PassengerStopAssignment:OUNI-11345">
  <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11345" version="1"/>
  <QuayRef ref="NSR:Quay:11345"/>
</PassengerStopAssignment>
```

Kodeeksemplet viser at det planlagte stoppet "RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11345" bruker plattformen "NSR:Quay:11345". Følgende avsnitt forklarer disse begrepene i mer detalj med flere eksempler.

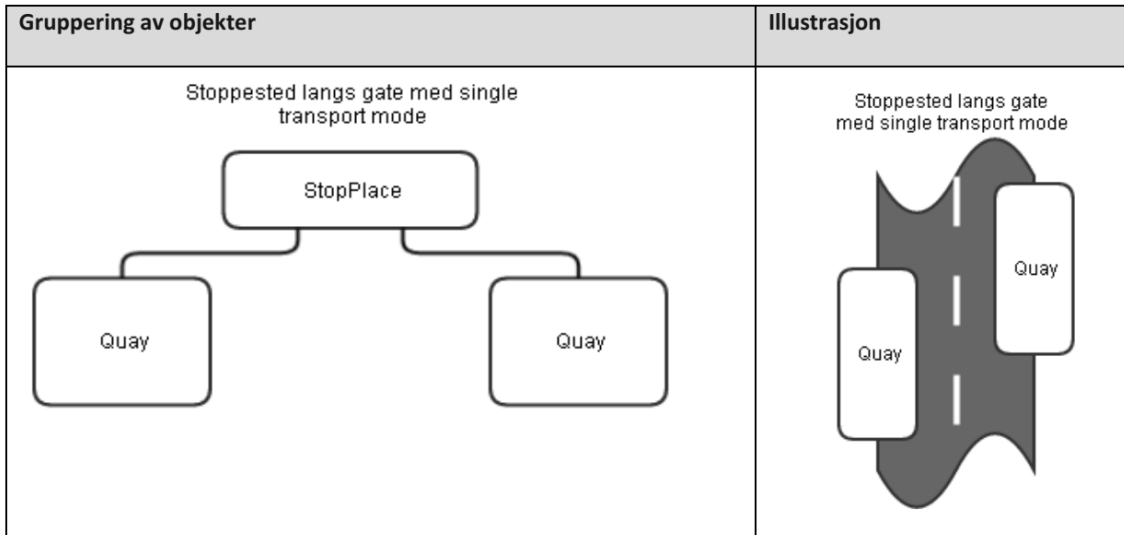
2.3.2 Stoppestedsinformasjon

Stoppesteder kan lastes ned fra ENTUR sin nettside (ENTUR, 2018), enten fylkesvis eller for hele landet. Filstrukturen er derfor avhengig av hvilken leverandør brukeren velger å laste rutedataene fra. For lokaltrafikk er kollektivselskapene som regel organisert etter fylke, da finnes det én XML fil per fylke, ellers én XML for hele landet (for landsdekkende rutetilbud, eksempelvis tog).



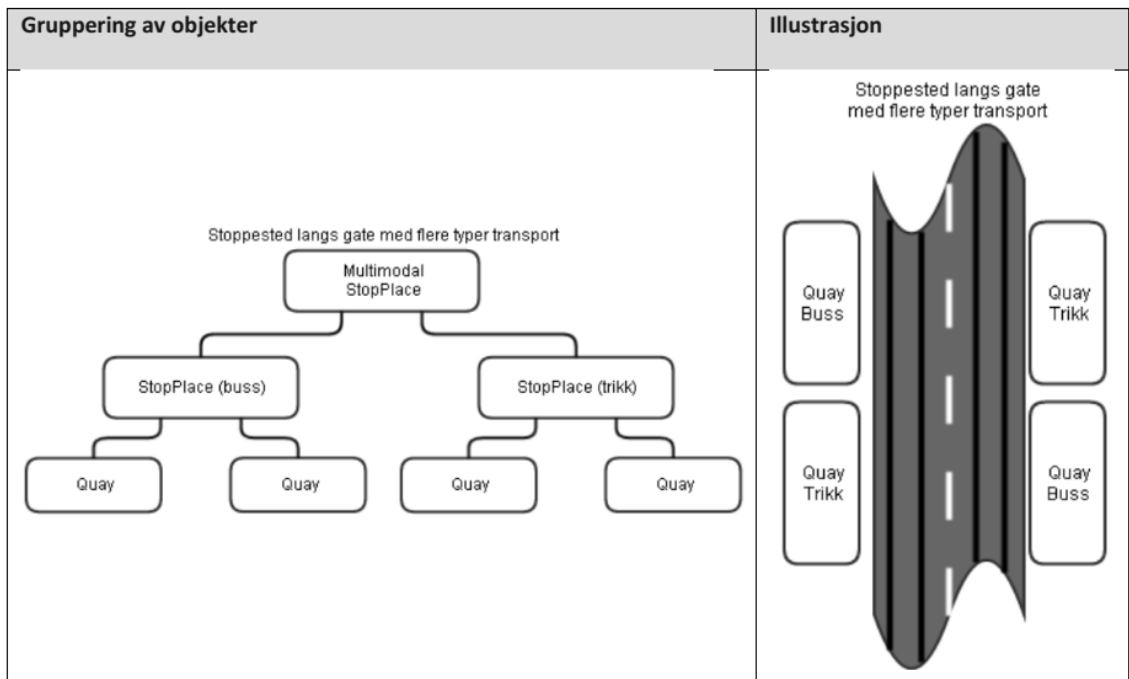
Figur 5: Eksempel på filstruktur for NeTEx stoppestedsdata.

I stoppestedsfila er et **stoppested** (*StopPlace*) definert som et sted hvor kjøretøyer kan stoppe og hvor passasjerer kan gå om bord eller forlate kjøretøy. Stoppestedet inneholder viktig informasjon knyttet til stoppestedet, f.eks. transporttype, kommunenummer og koordinater. Et stoppested kan inneholde en eller flere **plattformer** (*Quay*) der passasjerer kan gå av og på (f.eks. busslomme, togplattform eller gate på flyplass). En vanlig type stoppested er et stopp langs en gate, som betjener én type transport (f.eks. en busslomme).



Figur 6: Et vanlig stoppested inneholder en plattform på hver sin side av veien (Vegdirektoratet 2016-1).

I store byer er det vanlig at et stoppested deles av flere typer transport, f.eks. buss og trikk, eller at bussen stopper rett ved siden av en T-banestasjon. Plattformer på et stoppested er monomodale, dvs. kun for én transporttype. Dersom et stoppested er multimodalt (for flere transporttyper) er dette modellert som et foreldre-stoppested bestående av et stoppested med atskilte plattformer per transporttype.



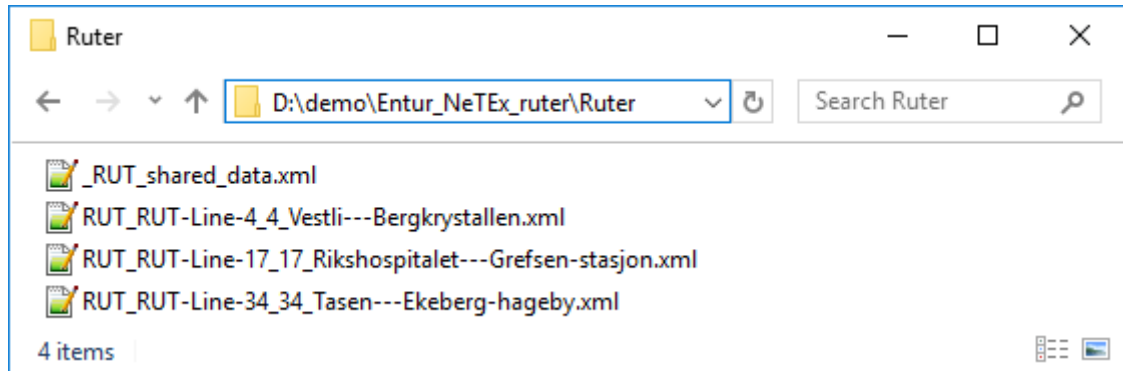
Figur 7: Et foreldre-stoppested for flere typer transport har et stoppested for hver transporttype (Vegdirektoratet 2016-1).

Følgende kodeeksempel viser hvordan et stoppested (blått) med fem plattformer (oransje) ser ut i NeTEx-dataene. Filen inneholder en rekke informasjon om selve stoppestedet, men for vårt formål er det først og fremst koordinatene (Longitude og Latitude) og holdeplassidentifikasjon vi henter ut for å plassere holdeplassene geografisk.

```
<StopPlace version="5" id="NSR:StopPlace:6181">
  <ValidBetween>
    <FromDate>2017-11-17T11:09:29</FromDate>
  </ValidBetween>
  <keyList>
    ...
    <KeyValue>
      <Key>IS_PARENT_STOP_PLACE</Key>
      <Value>>false</Value>
    </KeyValue>
  </keyList>
  <Name lang="no">Tåsen senter</Name>
  <Description lang="no"/>
  <Centroid>
    <Location>
      <Longitude>10.750600</Longitude>
      <Latitude>59.952499</Latitude>
    </Location>
  </Centroid>
  <AccessibilityAssessment modification="new" version="5" id="NSR:AccessibilityAssessment:6181">
    <MobilityImpairedAccess>unknown</MobilityImpairedAccess>
    <limitations>
      <AccessibilityLimitation modification="new" version="1" id="80864">
        <WheelchairAccess>unknown</WheelchairAccess>
        <StepFreeAccess>unknown</StepFreeAccess>
        <EscalatorFreeAccess>unknown</EscalatorFreeAccess>
        <LiftFreeAccess>unknown</LiftFreeAccess>
        <AudibleSignalsAvailable>unknown</AudibleSignalsAvailable>
      </AccessibilityLimitation>
    </limitations>
  </AccessibilityAssessment>
  <AccessModes></AccessModes>
  <TopographicPlaceRef ref="KVE:TopographicPlace:0301" version="2"/>
  <TransportMode>bus</TransportMode>
  <OtherTransportModes></OtherTransportModes>
  <tariffZones>
    <TariffZoneRef ref="RUT:TariffZone:1"/>
  </tariffZones>
  <StopPlaceType>onstreetBus</StopPlaceType>
  <Weighting>interchangeAllowed</Weighting>
  <quays>
    <Quay changed="2017-11-17T11:09:36.567" modification="new" version="5" id="NSR:Quay:11343">
      ...
    </Quay>
    <Quay changed="2017-11-17T11:09:36.568" modification="new" version="5" id="NSR:Quay:11346">
      ...
    </Quay>
    <Quay changed="2017-11-17T11:09:36.57" modification="new" version="2" id="NSR:Quay:100328">
      ...
    </Quay>
    <Quay changed="2017-11-17T11:09:36.569" modification="new" version="5" id="NSR:Quay:11344">
      ...
    </Quay>
    <Quay changed="2017-11-17T11:09:36.569" modification="new" version="5" id="NSR:Quay:11345">
      <keyList>
        <KeyValue>
          <Key>imported-id</Key>
          <Value>RUT:Quay:301223101,NRI:Quay:762013075,RUT:Quay:0301223101</Value>
        </KeyValue>
      </keyList>
      <Description lang="no"></Description>
      <PrivateCode>1</PrivateCode>
      <Centroid>
        <Location>
          <Longitude>10.750691</Longitude>
          <Latitude>59.951986</Latitude>
        </Location>
      </Centroid>
      <AccessModes></AccessModes>
      <OtherTransportModes></OtherTransportModes>
      <PublicCode></PublicCode>
      <CompassBearing>184.0</CompassBearing>
    </Quay>
  </quays>
</StopPlace>
```

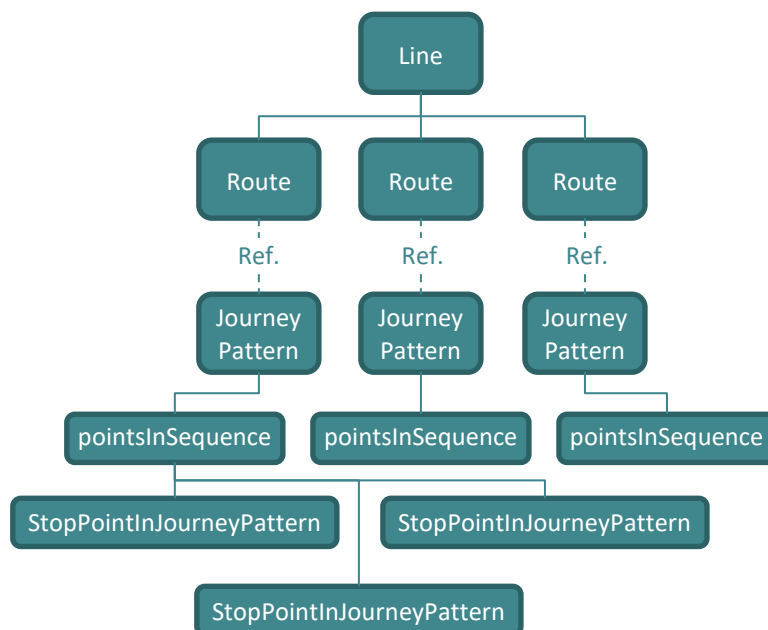
2.3.3 Nettverksinformasjon (ruter og stoppmønstre)

Dette avsnittet beskriver elementer for oppbygging av rutenettverket (linjer, ruter, stoppmønstre), men uten at tilhørende kalenderspesifiserte avganger er beskrevet. Rutedata kan lastes ned for de ulike leverandørene på ENTUR sin nettside (ENTUR, 2018) og filstrukturen er slik at det finnes en XML fil for hver linje og en felles fil for hver leverandør (navnet på fellesfilen må starte med et understrek). Se avsnitt 2.3.1 for mer informasjon om fellesfilen.



Figur 8: Det finnes én XML fil for hver linje, f.eks. T-bane nr. 4, trikke nr. 17 og buss nr. 34 hos Ruter.

Datastrukturen på rutefilene (XML) kan variere litt fra fil til fil, men noen elementer finnes i alle filene og relevante elementer for NeTE_x2TNE_{xt} er beskrevet i de følgende avsnitt.



Figur 9: Datamodell for noen av de viktigste NeTE_x elementene for NeTE_x2TNE_{xt}.

Linje

En **linje** (*Line*) er definert i NeTE_x-dataene som en gruppering av ruter, publisert med et gitt navn eller nummer. Denne inneholder viktig informasjon som NeTE_x2TNE_{xt} benytter, f.eks. transporttype (*TransportMode*) og undertype (*TransportSubmode*), og nummerering (*PublicCode* og/eller *PrivateCode*). Her er et kodeeksempel for et linje-element (Ruter buss nr. 34):

```
<Line version="0" id="RUT:Line:34">
  <Name>Tåsen - Ekeberg hageby</Name>
  <TransportMode>bus</TransportMode>
  <TransportSubmode>
    <BusSubmode>localBus</BusSubmode>
  </TransportSubmode>
  <PublicCode>34</PublicCode>
  <OperatorRef ref="RUT:Operator:160"/>
  <RepresentedByGroupRef ref="RUT:Network:1"/>
</Line>
```

Eksemplet viser at transporttypen for denne linjen er buss, eller mer spesifikt en lokal buss.

Rute

En **rute** (*Route*) tilhører en linje og er beskrevet i NeTEx-dataene som en ordnet liste av noder som definerer en rutetrasé, men listen inneholder ikke nødvendigvis alle holdeplasser mellom første og siste stopp. Ruteelementene kan derfor ikke brukes til å definere en rutetrasé i TNExt og dersom man vil beskrive hvordan holdeplassmønsteret forløper seg, dvs. hvor transportmidlet starter, stopper, snur og avslutter, skal man benytte stoppmønstrene (*JourneyPattern*) som er knyttet til ruten (Vegdirektoratet 2016-2).

Det finnes nyttig informasjon knyttet til et ruteelement som NeTEx2TNExt leser og henter, f.eks. rutenavn og linjereferanse (dvs. hvilken linje ruten tilhører). Et kodeeksempel for en rute vises under (Ruter buss nr. 34 mellom Tåsen senter og Simensbråten):

```
<Route version="0" id="RUT:Route:34-33">
  <Name>Tåsen senter-Simensbråten</Name>
  <ShortName>Tåsen senter-Simensbråten</ShortName>
  <LineRef ref="RUT:Line:34" version="0"/>
  <pointsInSequence>
    <PointOnRoute order="1" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34616">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-11345"/>
    </PointOnRoute>
    <PointOnRoute order="2" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34617">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-11328"/>
    </PointOnRoute>
    <PointOnRoute order="3" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34618">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-11332"/>
    </PointOnRoute>
    ...
    <PointOnRoute order="25" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34640">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-12166"/>
    </PointOnRoute>
    <PointOnRoute order="26" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34641">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-12282"/>
    </PointOnRoute>
    <PointOnRoute order="27" version="1" id="RUT:PointOnRoute:34642">
      <RoutePointRef ref="RUT:RoutePoint:OUNI-12265"/>
    </PointOnRoute>
  </pointsInSequence>
</Route>
```

Eksemplet viser at denne ruten tilhører linjen fra forrige eksempel, dvs. den refererer til "RUT:Line:34".

Stoppmønster

En av viktigste delene av rutefilen for NeTEx2TNExt er **stoppmønstre** (*JourneyPattern*), dvs. hvilke holdeplasser ruten bruker og i hvilken rekkefølge. Hvert stoppmønster følger i praksis samme overordnede mønster som referert rute, men med betydelig mer detaljert beskrivelse av samtlige stopp som inngår (Vegdirektoratet 2016-2). Et stoppmønster inneholder en **sortert liste** (*PointsInSequence*) med **holdeplasser** (*StopPointInJourneyPattern*). NeTEx2TNExt bruker stoppmønster-elementet til å definere de ulike rutene i TNExt, f.eks. hvis det finnes 12 stoppmønstre i en linje-fil (XML) så genererer NeTEx2TNExt opp til 12 ruter i geodatabasen som importeres i TNExt (avhengig av tidsbetingelser). Med andre ord så betrakter NeTEx2TNExt alle varianter av holdeplassmønstre som finnes i en

linje som unike ruter. Følgende er et kodeeksempel for et stoppmønster (Ruter buss nr. 34 mellom Tåsen senter og Simensbråten):

```
<JourneyPattern version="0" id="RUT:JourneyPattern:34-33">
  <Name>Tåsen senter-Simensbråten</Name>
  <RouteRef ref="RUT:Route:34-33" version="0"/>
  <pointsInSequence>
    <StopPointInJourneyPattern order="1" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-1">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11345"/>
      <DestinationDisplayRef ref="RUT:DestinationDisplay:345-NOLINENUMBER"/>
    </StopPointInJourneyPattern>
    <StopPointInJourneyPattern order="2" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-2">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11328"/>
    </StopPointInJourneyPattern>
    <StopPointInJourneyPattern order="3" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-3">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11332"/>
    </StopPointInJourneyPattern>
    ...
    <StopPointInJourneyPattern order="25" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-25">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-12166"/>
    </StopPointInJourneyPattern>
    <StopPointInJourneyPattern order="26" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-26">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-12282"/>
    </StopPointInJourneyPattern>
    <StopPointInJourneyPattern order="27" version="0" id="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-27">
      <ScheduledStopPointRef ref="RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-12265"/>
      <ForBoarding>false</ForBoarding>
    </StopPointInJourneyPattern>
  </pointsInSequence>
</JourneyPattern>
```

Kodeeksemplet viser at dette stoppmønsteret tilhører ruten fra forrige eksempel, dvs. det refererer til rute "RUT:Route:34-33". Ruten inneholder 27 holdeplasser og hver holdeplass inneholder en referanse til et planlagt stopp-element (*ScheduledStopPoint*). Disse elementene er definert i fellesfilen (se 2.3.1) og de kobler sammen holdeplassene på en rute (*StopPointInJourneyPattern*) og de fysiske plattformene (*Quay*). For eksempel:

- Første holdeplassen refererer til planlagte holdeplassen "RUT:ScheduledStopPoint:OUNI-11345".
- For å få informasjon om koordinatene for denne holdeplassen må denne referansen finnes i fellesfilen (se kodeeksempel i avsnitt 2.3.1). I fellesfilen kan man se hvilken plattform som er knyttet til holdeplassen (se kodeeksempel i avsnitt 2.3.2).
- Dette gjør NeTEx2TNExt automatisk for alle stopp i stoppmønstret, og for alle stoppmønstre i alle linjer.

2.3.4 Ruteplaninformasjon (tidtabeller)

Informasjon om avgangstid og/eller ankomsttid for en linje finnes i samme fil som stoppmønstret. En **ruteplan** (*ServiceJourney*) er definert i NeTEx-dataene som en ordinær avgang som kjører en planlagt rute til et planlagt tidspunkt (Vegdirektoratet 2016-2). Under vises et kodeeksempel for en ruteplan:

```

<ServiceJourney version="0" id="RUT:ServiceJourney:34-101267-10739538">
  <Name>Ekeberg hageby</Name>
  <dayTypes>
    <DayTypeRef ref="RUT:DayType:6-101267"/>
  </dayTypes>
  <JourneyPatternRef ref="RUT:JourneyPattern:34-33" version="0"/>
  <OperatorRef ref="RUT:Operator:160"/>
  <LineRef ref="RUT:Line:34" version="0"/>
  <passingTimes>
    <TimetabledPassingTime version="0" id="RUT:TimetabledPassingTime:ef159b64-05ea-...">
      <StopPointInJourneyPatternRef ref="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-1" version="0"/>
      <DepartureTime>07:37:00</DepartureTime>
    </TimetabledPassingTime>
    <TimetabledPassingTime version="0" id="RUT:TimetabledPassingTime:cb8b2bd2-c69b-...">
      <StopPointInJourneyPatternRef ref="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-2" version="0"/>
      <DepartureTime>07:37:00</DepartureTime>
    </TimetabledPassingTime>
    ...
    <TimetabledPassingTime version="0" id="RUT:TimetabledPassingTime:79feccdf-c895-...">
      <StopPointInJourneyPatternRef ref="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-26" version="0"/>
      <DepartureTime>08:05:00</DepartureTime>
    </TimetabledPassingTime>
    <TimetabledPassingTime version="0" id="RUT:TimetabledPassingTime:8bed10b7-6048-...">
      <StopPointInJourneyPatternRef ref="RUT:StopPointInJourneyPattern:34-33-27" version="0"/>
      <ArrivalTime>08:08:00</ArrivalTime>
    </TimetabledPassingTime>
  </passingTimes>
</ServiceJourney>

```

Passeringstidspunkt

En ruteplan hører til et stoppmønster og inneholder en liste (*passingTimes*) med planlagte **passeringstidspunkter** (*TimetabledPassingTime*) for hver holdeplass (*StopPointInJourneyPattern*). Ankomsttid og/eller avgangtid er oppgitt for hver holdeplass og kodeeksemplet viser en avgang for stoppmønsteret "RUT:JourneyPattern:34-33" (definert i kodeeksemplet i avsnitt 2.3.3), dvs. fra Simensbråten til Tåsen senter. Avgang på første holdeplass for denne ruteplanen er kl. 07:37:00 og ankomst på siste holdeplass er kl. 08:08:00. Ruteplanen gjelder for dager av type "RUT:DayType:6-101267" som er definert i fellesfilen. Det kan forekomme at både ankomsttid og avgangtid er oppgitt for en holdeplass og da er tidsforskjellen registrert som holdeplasstid (*Dwell time*).

Gyldige kjøredager

Rutebetjeningen varierer som regel i løpet av en uke, i tillegg til at det kjøres avvikende rutebetjening i forbindelse med høytider og ferier. Gyldige kjøredager knyttet til de enkelte rutene defineres ved hjelp av variabelen "DayType" i den norske NeTEx profilen. De enkelte leverandørene står imidlertid fritt til å velge hvordan de definerer gyldige kjøredager. Definisjonen for hver dagstype ligger i fellesfilen for hver leverandør (for eksempel _RUT_shared_data.xml). Gjennom utviklingsarbeidet har vi funnet minst tre forskjellige måter å definere gyldige kjøredager på. Under vises noen eksempler på hvordan dagstype brukes til å finne om ruten gjelder for en bestemt dato.

A. Spesifikke dato (*DayType* og *DayTypeAssignment*)

En dagstype gjelder for en bestemt dato hvis dagstypen er definert som et "tomt" element i NeTeX-fellesfilen, f.eks.

```
<DayType version="1" id="RUT:DayType:3-101163"/>
```

og en referanse til dagstypen finnes i et *DayTypeAssignment*-element, f.eks.:

```
<DayTypeAssignment order="1" version="1" id="RUT:DayTypeAssignment:3-101163-1">
  <Date>2017-12-27</Date>
  <DayTypeRef ref="RUT:DayType:3-101163" version="1"/>
</DayTypeAssignment>
```

hvor dato-elementet (*Date*) viser hvilken dato dagstypen gjelder. I dette tilfellet gjelder "*DayType:3-101163*" kun for datoen 2017-12-27.

B. En ukedag innen en driftsperiode (*DaysOfWeek* og *OperatingPeriod*)

En dagstype kan gjelde for en gitt ukedag innenfor en driftsperiode og da inneholder dagstypen et ukedags-element (*DaysOfWeek*) som gjelder for én ukedag, f.eks. onsdag:

```
<DayType version="1" id="RUT:DayType:3-102590">
  <properties>
    <PropertyOfDay>
      <DaysOfWeek>Wednesday</DaysOfWeek>
    </PropertyOfDay>
  </properties>
</DayType>
```

og *DayTypeAssignment*-elementet inneholder en referanse til et driftsperiode-element (*OperatingPeriod*), f.eks.:

```
<DayTypeAssignment order="1" version="1" id="RUT:DayTypeAssignment:3-102590-1">
  <OperatingPeriodRef ref="RUT:OperatingPeriod:3-102590" version="1"/>
  <DayTypeRef ref="RUT:DayType:3-102590" version="1"/>
</DayTypeAssignment>
```

hvor driftsperioden gjelder mellom to datoer, f.eks. mellom 28.12.2017 og 27.03.2018:

```
<OperatingPeriod version="1" id="RUT:OperatingPeriod:3-102590">
  <FromDate>2017-12-28T00:00:00</FromDate>
  <ToDate>2018-03-27T00:00:00</ToDate>
</OperatingPeriod>
```

C. Liste over ukedager innen en driftsperiode (*DaysOfWeek* og *OperatingPeriod*)

Nesten samme som B, men i stedet for at ukedagselementet inneholder kun én dag inneholder den her en liste over dager (separert med mellomrom), f.eks.:

```
<DayType version="1" id="BRA:DayType:0060020-2017-10-09">
  <properties>
    <PropertyOfDay>
      <DaysOfWeek>Tuesday Wednesday Thursday</DaysOfWeek>
    </PropertyOfDay>
  </properties>
</DayType>
```

I kodeeksemplet over gjelder ruteplanen for tirsdager, onsdager og torsdager i en gitt driftsperiode som er referert i et tildelings-element, f.eks.:

```
<DayTypeAssignment order="1" version="1" id="BRA:DayTypeAssignment:0060020-2017-10-09-1">
  <OperatingPeriodRef ref="BRA:OperatingPeriod:0060020-2017-10-09" version="1"/>
  <DayTypeRef ref="BRA:DayType:0060020-2017-10-09" version="1"/>
</DayTypeAssignment>
```

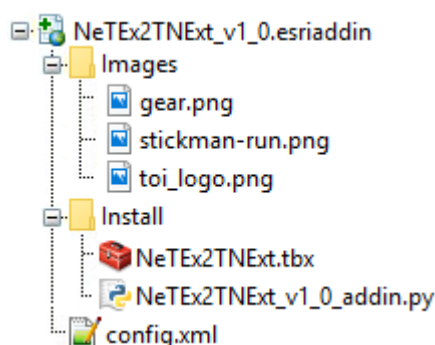
og tilsvarende driftsperiode i dette eksemplet gjelder mellom 09.10.2017 og 22.12.2017:

```
<OperatingPeriod version="1" id="BRA:OperatingPeriod:0060020-2017-10-09">
  <FromDate>2017-10-09T00:00:00</FromDate>
  <ToDate>2017-12-22T00:00:00</ToDate>
</OperatingPeriod>
```

Type C ble identifisert etter at selve utviklingsarbeidet var avsluttet, slik at NeTeX2TNExt v1.0 i skrivende stund ikke støtter datasett med gyldige kjøredager definert etter type C. Det er noe som bør implementeres i neste oppdatering av applikasjonen.

2.4 Programvaren og programmeringsplattform

NeTeX2TNExt er et programtillegg (Add-in) for ArcMap fra ESRI. Det er utviklet for ArcGIS versjon 10.3 på Windows 10 operativsystem, men delvis testet på ArcGIS versjoner 10.1 og 10.2. Programtillegget ligger i en installasjonsfil, NeTeX2TNExt_v1_0.esriaddin, og hvis ArcMap er installert kan brukeren installere programtillegget ved å kjøre filen. Filen kan også åpnes med et arkiverings- og komprimeringsprogram (f.eks. åpen kildekode-programmet "7-zip") for å se på filstrukturen.



Figur 10: Filstrukturen for NeTeX2TNExt.

Hver fil har et bestemt formål:

- **NeTeX2TNExt_v1_0.esriaddin**: installasjonsfila
- **Images**: katalog som inneholder alle grafikkfiler/ikoner (.png)
- **NeTeX2TNExt.tbx**: en ArcGIS toolbox, dvs. et verktøy som brukes for å lage grensesnittet (konfigurasjonsvindu) til å ta imot input fra brukeren
- **NeTeX2TNExt_v1_0_addin.py**: en Python-fil som inneholder kildekoden
- **config.xml**: en konfigurasjonsfil for programtillegget

NeTeX2TNExt er programmert i Python 2.7, som ble introdusert i ArcGIS versjon 9.0 og som siden har fortsatt å vokse. Det finnes mange innebygde biblioteker for Python i ArcGIS og NeTeX2TNExt benytter seg av noen av dem, f.eks.:

- **ArcPy** er en Python-pakke som gjør det mulig å bruke alle de standard geoprosessering-funksjonene som finnes i ArcGIS, f.eks. utføring av geografisk dataanalyse, datakonvertering og datahåndtering
- **NumPy** er en Python-pakke som introduserer matriser og vektoriserte beregninger over matriser og er mer effektive for å gjøre store beregninger enn vanlige Python matriser (som kalles lister)
- **ElementTree** er en del av standardbiblioteket i Python og brukes til å lese NeTeX filer på XML-format.

Selv om Python er inkludert i ArcGIS programvaren, kan det oppstå at noen moduler er forskjellig fra modulene som er standard i Python biblioteket. Et eksempel på dette er

ElementTree-modulen som ser ut til å ha feil i ArcGIS-versjonen av Python. NeTE_x2TNE_{xt} benytter derfor også modulene fra standard Python biblioteket. Dette krever at man har installert både standard versjonen av Python 2.7 (på C:\Python27\) for å kunne kjøre ElementTree-modulen og ArcGIS versjonen av Python 2.7 (på C:\Python27\ArcGIS10.x - hvor x står for versjonsnummer) for å kunne bruke ArcPy og NumPy modulene. Se avsnitt 3 i Vedlegg 1-Brukerveiledning for detaljerte installasjonsinstruksjoner.

2.5 Grunnlag fra TNE_{xtension} og TNE_{xt}-nettverk

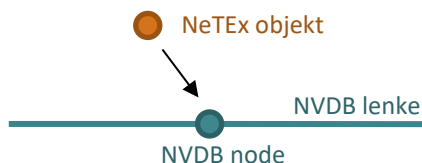
Rutedataene levert av kollektivselskapet RUTER er valgt som primær datakilde for utvikling av NeTE_x2TNE_{xt}. Begrunnelsen var at RUTER hadde kommet lengst i rutedataproduksjon til rutedatabanken og dermed var mest komplett. I tillegg er rutedataene fra NSB blitt brukt aktivt i utviklingsarbeidet. I forbindelse med metodevalg har vi også sett på dataene fra blant annet SKYSS, AtB og Brakar for å få et inntrykk av variasjoner mellom kollektivselskapene i hvordan deler av rutedataene er bygget opp. Siden RUTERs rutedata dekker Oslo og Akershus ble TNE_{xt}-basen for Region øst brukt i utviklingsarbeidet.

2.6 Kobling av stoppesteder i rutedata til et transportnettverk

Transportmodeller er basert på et underliggende nettverk som er sammensatt av noder (med gitte koordinater) og lenker mellom nodene. Vegnettverkene for de regionale transportmodellene er generert med vegnettsgrunnlag fra NVDB gjennom TNE_{xtension}. Foruten selve gjengivelsen av vegnett, inneholder NVDB også en mangfoldig beskrivelse av egenskaper og elementer som er knyttet til vegnettet. Dersom holdeplass var definert som en av egenskapene i NVDB kunne ruteinformasjonen fra NeTE_x-profilene koblet seg direkte på holdeplassene definert i NVDB. Denne koblingen er per dags dato ikke på plass, og utviklingen av NeTE_x2TNE_{xt} v.1.0 kunne derfor ikke baseres på denne løsningen. I utvikling av NeTE_x2TNE_{xt} v.1.0 måtte derfor koblingen opprettes ved å projisere NeTE_x-objektene med en nærmeste node funksjon.

2.6.1 Nærmeste node projisering

Projiseringen til nærmeste node er vist i figur 11.



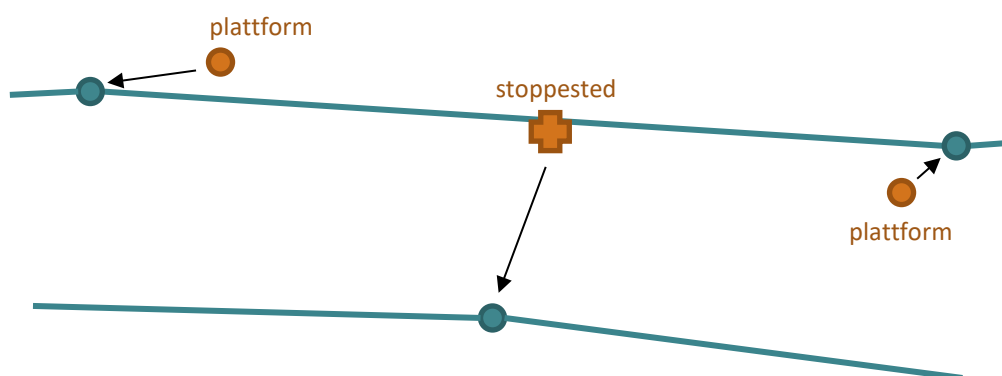
Figur 11: Projisering av et objekt til nærmeste node.

Det finnes to kilder for koordinater i NeTE_x-dataene som kan brukes for nærmeste node koblingen. Som beskrevet i avsnitt 2.3, finnes det koordinater både for stoppestedet (*StopPlace*) og for plattformen (*Quay*). Forskjellen er at koordinatene for hver enkel plattform reflekterer hvor kjøretøyet faktisk stopper, mens koordinatene for stoppestedet er en generell posisjonsangivelse. Koordinatene for et stoppested er automatisk utledet fra

underliggende plattformer (tyngdepunkt) men kan overstyres dersom stoppestedsadministrator finner det hensiktsmessig for selve stoppestedet.

I dette prosjektet ble koordinatene for hver plattform brukt for nærmeste node funksjonen og årsaken er todelt:

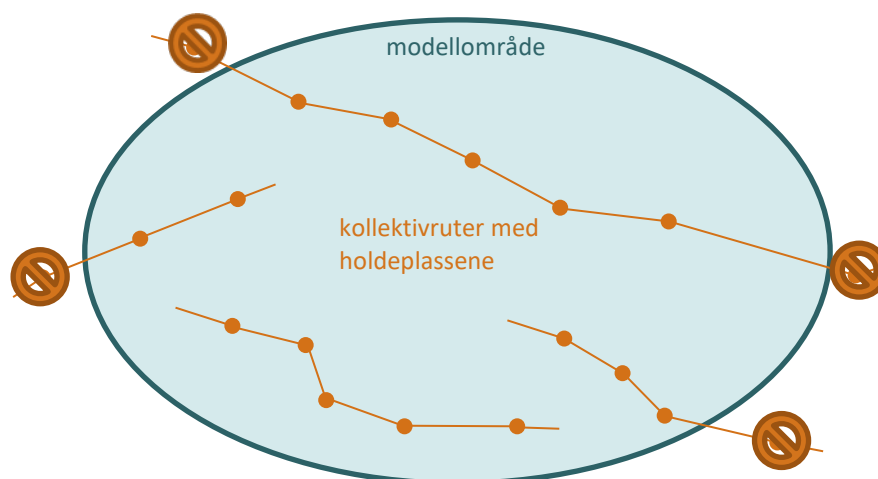
- Det å bruke 'fiktive' koordinater for stoppested føles ikke intuitivt og kan føre til misforståelse eller uklarhet om hvor stoppestedet ligger eller skal ligge.
- For å minke muligheter for feilkobling. I figur 12 består holdeplassen av to plattformer, og tyngdepunktet for de to plattformene blir stoppestedet markert med kors i figuren. Dersom man bruker dette stoppestedet som geografisk referanse for holdeplassen, kan man feilaktig projisere holdeplassen til en node som for eksempel ligger langs en parallell vei slik som det er illustrert i figur 12.



Figur 12: Et stoppested med to plattformer kan projiseres til feil node.

2.6.2 Geografisk avgrensning av ruter

Transportmodellens totale utstrekning er definert ut i fra hvilket område nettverket dekker. De regionale transportmodellene og tilhørende delområdemodeller er som regel avgrenset til noen spesifikke kommuner, men det vil alltid være noen kollektivruter som går delvis utenfor modellområdet. Stoppesteder som ligger utenfor modellområdet tas ikke med i automatisk generering av kollektivruter for importering i TNEExt.



Figur 13: Kollektivruter kan ligge delvis utenfor modellområdet.

Ved import av vegnettet fra NVDB velges det hvilke kommuner modellnettverket skal dekke. I importen blir det samtidig opprettet en liste over kommunene i en tabell kalt

«SintefTmConfig» i den personlige geodatabasen generert av TNEExtension. Listen av kommunenummer er lagret i et av feltene i tabellen slik det er vist i figur 14. Brukerne forholder seg normalt ikke til denne listen, men NeTEx2TNEExt bruker listen for å avgrense søkeområdet ved kobling av holdeplasser til nettverket.

id	dataset	paramname	paramvalue
1	1	Konfigurasjon katalog	D:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_Alt2030
2	1	ckk	1
3	1	Vegnode fylkesbasert hnr lengde	7
4	1	Vegnode lag	NodeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
5	1	Veglenke lag	LenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
6	1	Std. fylke nummer	1
7	1	Std. kommune nummer	-1
8	1	Veg lag	VegnettD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst
9	1	Transportnode nummerering	Fylke
10	1	Vegnode snapping	False
11	1	VegRefLink	VegnettD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst
12	1	Workspace for vegnett	D:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_Alt2030
13	1	Aktivt tiltak	1
14	1	ArcView prosjektfil	Untitled
15	1	Veg Hpld	
16	1	GPS logg	
17	1	Sone lag	
18	1	Sonenr kolonne	
19	1	Kollektivnode lag	KollektivNodeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\
20	1	Kollektivlenke lag	KollektivLenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG
21	1	Nettverksimport koblingsavstand	20
22	1	CUBE eksport filnavn	F:\NedreGlomma\TNEExt\Ref2030_DOM\Ostfo
23	1	CUBE eksport utvalg til DOM	True
24	1	faresa	1
27	1	Kollektivnode pri NN-Time	True
28	1	JORP	1
29	1	Vegimport vegnett	E:\TNEExt\TNEExt_Vegnett_Norge_201609061
30	1	Vegimport aggregerte lenker	E:\TNEExt\TNEExt_TRM_NORGE_V6_20160906
31	1	Vegimport aggregerte lenker datasett	agg_TNEExt_TRM_NORGE
32	1	Vegimport bruk GBD	True
33	1	Vegimport områdeliste	101;104;105;106;111;118;119;121;122;123;
34	1	Kollektivdata i veg workspace	True
35	1	CUBE eksport kjerne	Kjerne_DOF_utvbuff
37	1	CUBE eksport datakilde OldNode	F:\NedreGlomma\TNEExt\CUBEeksport_RTMO
38	1	agntri	1
39	1	inaabr	1
40	1	TASN	1
41	1	Tiltak 1	UpdateV1
43	1	toufaresa	1
44	1	VegRefLink hjelpelag	LenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
45	1	gae	1

Figur 14 SintefTmConfig-tabellen ligger i personal geodatabasen (MDB)

Stoppsteder (NeTEx) kan enten lastes ned fylkesvis eller for hele landet, og hvert stoppested refererer til et geografisk bosettingssted (*TopographicPlace*-elementet), hvor kommunenummeret forekommer (0220 i eksemplet under), f.eks.:

```
<StopPlace id="NSR:StopPlace:3450">
  ...
  <TopographicPlaceRef ref="KVE:TopographicPlace:0220" />
  ...
</StopPlace>

<TopographicPlace id="KVE:TopographicPlace:0220">
  ...
  <Descriptor>
    <Name lang="no">Asker</Name>
  </Descriptor>
  <TopographicPlaceType>municipality</TopographicPlaceType>
  <CountryRef ref="no"></CountryRef>
  <ParentTopographicPlaceRef ref="KVE:TopographicPlace:02" version="2"/>
</TopographicPlace>
```

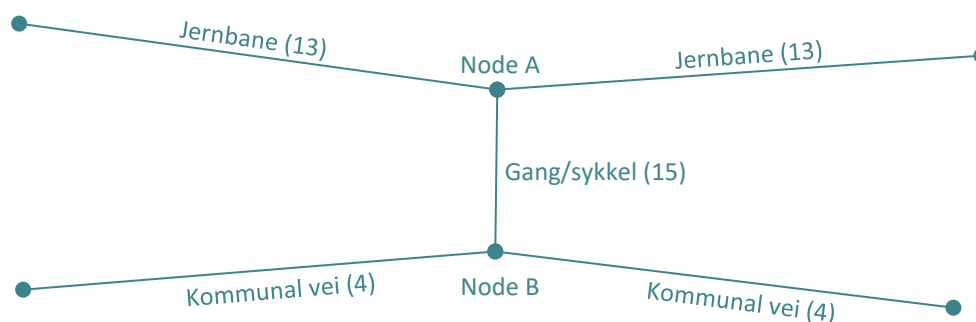
NeTEx2TNEExt sjekker kommunenummeret for alle stoppestedene, og sammenligner med listen over kommuner som blir brukt i modellen. Kun stoppesteder som ligger innenfor modellområdet blir brukt av NeTEx2TNEExt.

Ruter som strekker seg over flere fylker forutsetter at stoppestedsfilene for de berørte fylkene er lastet ned fra ENTUR og lagret i den angitte stoppestedsmappen. Ved manglende stoppestedsdefinisjon vil den importerte ruten bli kuttet.

2.7 Noder med mode-spesifikk informasjon

Lenkeegenskapen «AB-/BALinkType» i TNEExt-nettverket (Vegdirektoratet, 2014) definerer tillatte transportmidler på lenkene. Nodene inneholder ikke informasjon om tillatte transportmidler. For å koble stoppestedene i NeTEx-dataene til nærmeste tillatte node i transportnettverket fra TNEExt, er det nødvendig å skille på hvilke noder som brukes av de ulike transportmidlene, f.eks. slik at en bussholdeplass ikke blir projisert til en "tognode". Det er derfor implementert en metode for å analysere transportnettverket og tilordne nodene etter tillatte transportmidler.

Som hovedregel forutsettes det at det er en ganglenke mellom en node i veinettverket (prioritet 8 og 9) og en node for andre transportmidler (prioritet 1 til 7). F.eks. så ligger node A i figur 15 mellom to jernbanelenker (type 13) og en ganglenke (type 15) og blir derfor markert som en "tognode". Node B ligger mellom to kommunale veilenker (type 4) og en ganglenke (15) og blir derfor markert som en "veinode".



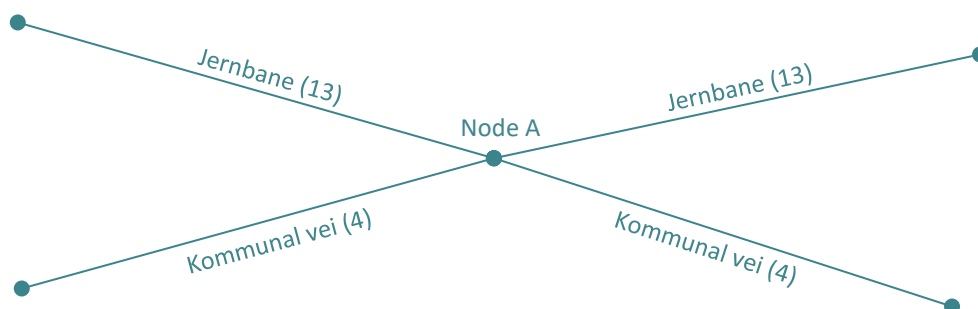
Figur 15: Hovedregelen er å koble sammen "veinoder" og "andre type noder" med ganglenke.

Dersom kodingen avviker fra dette, får noden tildelt en prioritet i henhold til Tabell 1, samtidig blir disse tilfeller rapportert i loggfilen.

Tabell 1: Prioritering av lenketyper hvis en node har to ulike lenketyper tilkoblet.

Prioritet	Lenketype (nr)
1	Fly (14)
2	Jernbane (13)
3	T-bane (12)
4	Trikk - rene trikketraseer (11)
5	Trikk - annet (16, 17, 18)
6	Ferje (7)
7	Båt (8, 9)
8	Vei (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10)
9	Konnekteringslenke/tilknytningslenke (20)
10	Gang/sykkel (15)
11	Sonetilknytning (30, 31)

Dette gir brukerne et grunnlag for å forbedre nettverket. F.eks. er node A i figur 16 knyttet til fire lenker, to jernbane (type 13) og to kommunal vei (type 4). Siden jernbane har høyere prioritet enn vei ifølge tabell 1, blir node A markert som en "tognode" og derfor kan en bussholdeplass i NeTEx-dataene ikke projiseres til node A.



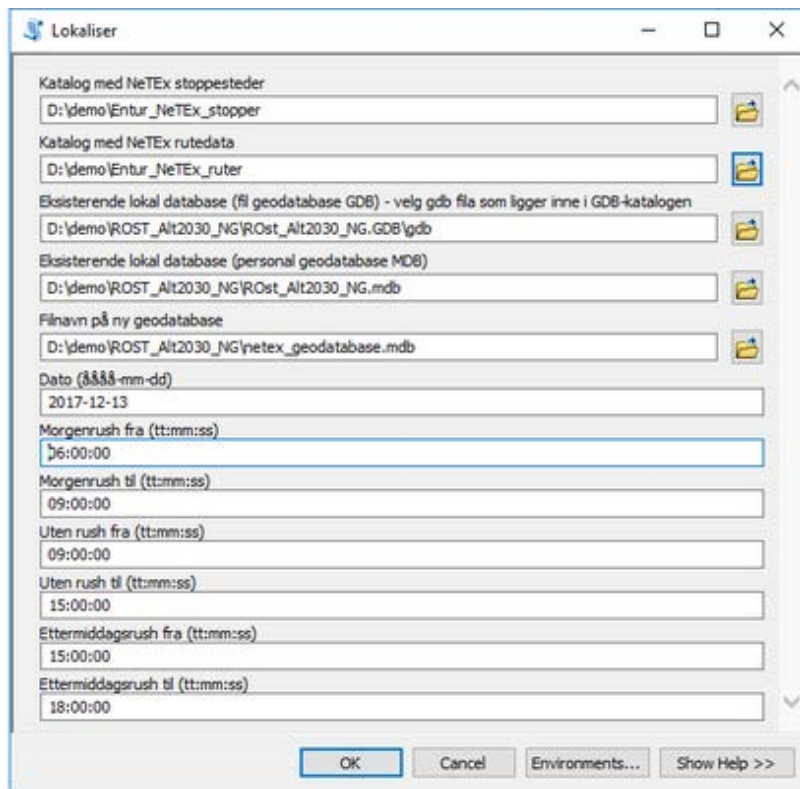
Figur 16: Et tilfelle hvor jernbane og kommunal vei er koblet til samme node (node A blir her en "tognode").

Metodikken for nettverksanalyse fungerer tilfredsstillende for T-bane og tog, men for ferge og båt klarer man ikke å oppnå at anløpssteder for ferge og båt og bussholdeplass kan bruke samme node. I realiteten er det en nokså typisk situasjon, der bussen stopper ved fergekaia og passasjerene kan gå på båt eller ferge direkte. Løsningen i NeTEx2TNEExt legger opp til at holdeplass for bussen settes på nærmeste node i nettverket som er tillatt for buss, men ikke den samme noden som er tilordnet til båt/ferge. Det kan innebære at gangavstanden mellom bussholdeplassen og båt/fergeanløpet blir noe lengre enn den er i realiteten. Dette kan løses ved å tilpasse busskodingene manuelt i TNEExt i etterkant, eller ved at man definerer egne tilbringerlenker som ivaretar slike overganger i oppsettet for kollektivnettutlegging i CUBE.

2.8 Tidsangivelse i NeTEx-dataene og RTM

RTM er estimert for å beregne transportetterspørselen for en typisk virkedag. Transporttilbudet som inngår i beregningen bør følgelig gjenspeile rutetilbudet innenfor utvalgte tidsperioder for en typisk virkedag. Dette innebærer at det ikke er behov for å gjengi alle varianter av rutetilbudet for alle ukedager. Dersom man skulle regne ut et rutetilbud som gjengir en gjennomsnittlig situasjon, måtte man enten ha definerte noen regler som analyserer hele rutetilbudet og velger ut de rutene som er «mest representative» eller så måtte man konstruere «gjennomsnittlige» ruter basert på det totale rutetilbudet. NeTEx-datasettene er på den annen side tilrettelagt for å levere rutedata til en reiseplanlegger, hvor brukerne utfører spørringer på reiseruter på en konkret dato og klokkeslett. Detaljeringsgraden er derfor langt høyere enn det som er nødvendig for å gjengi et typisk rutetilbud.

I implementeringen av NeTE_x2TNext ble det valgt å generere et rutetilbud basert på **en valgt dato** satt av brukeren, f.eks. i figur 17 er valgt dato den 2017-12-13. Ved å generere et rutetilbud basert på en gitt dato gir vi brukeren av applikasjonen en større mulighet til å etterprøve rutebeskrivelsen som blir brukt til modellberegninger.



Figur 17: Brukeren må oppgi en valgt dato som rutene skal hentes fra.

Det genererte rutetilbudet kan kontrolleres mot faktiske rutetabeller som gjelder for den valgte dato. Ved beregning av gjennomsnittlige ruter kan man tilføye feilaktige tolkninger av rutetilbudet som vi ikke har tatt høyde for i utviklingsfasen. I og med at de ulike kollektivselskapene har kodet gyldige kjøredager på ulike måter, fører det til at koding av en omregningsrutine ville ha blitt nokså komplisert. Ulempen ved å velge en konkret dato er at man kan stå i fare for å få et rutetilbud som ikke er det mest «representative». Det er også viktig at brukeren velger en dato som faller innenfor en «normal» periode. Som default anbefaler vi at brukerne velger en tirsdag, onsdag eller torsdag i en «normal» uke. Ved felles oppdatering av rutetilbudene i RTM-modellene kan det være hensiktsmessig at det settes konkrete føringer for hvilken dato som skal velges.

2.9 Beregning av frekvens

NeTE_x2TNext v1.0 er satt opp slik at det genereres rutedata for tre tidsperioder, henholdsvis en morgenrushperiode, en dagtrafikkperiode og en ettermiddagsrushperiode. Brukeren kan definere tidspunkt og varighet for de ulike periodene. Som default er NeTE_x2TNext satt opp med:

- Morgenrushperiode: Kl. 0600-0900
- Dagtrafikkperiode: Kl. 0900-1500
- Ettermiddagsrushperiode: Kl. 1500-1800

For hver tidsperiode beregnes frekvensen for rutene etter følgende formel:

$$\text{Headway} = \frac{\text{LengdenTidsperioden}}{\text{AntallAvganger}}$$

Eksempel: en rute som går hvert kvarter fra kl.1500 i ettermiddagsrush (tre timer):

$$\text{Headway} = \frac{180 \text{ min}}{12 \text{ avganger}} = 15$$

Ved uttrekk av hvilke avganger som blir med ved beregning av frekvensen er vi avhengig av å ha noen oppsatte regler. Ved manuell koding blir dette ofte vurdert subjektivt basert på hvordan rutetilbudet ellers ser ut. I NeTEx2TNEExt ble følgende regler implementert:

- Morgenrush: Ankomsttidspunkt for siste stopp i ruta innenfor modellområdet
- Dagtrafikk og ettermiddagsrush: Avgangstidspunkt for første stopp i ruta innenfor modellområdet
- Kun den delen av ruta som er innenfor modellområdet blir tatt med og stoppestedsfilene for alle fylker i modellområdet må være lastet ned

Det totale rutetilbudet for et geografisk avgrenset område består av ruter som både er innenfor, krysser og går gjennom området. Den valgte definisjon av tidsperioder kan føre til at enkelte avganger som går i begynnelsen/slutten av tidsperioden faller utenfor utvalget som inngår i frekvensberegningen.

I TNEExtension kan tidsbruken mellom holdeplassene langs en kollektiv rute angis på to måter:

1. *TimeTo*: Tidsbruk i minutter fra første holdeplass på ruta til gjeldende holdeplass
2. *NNTime*: Tidsbruk i minutter fra forrige holdeplass til gjeldende holdeplass

I tillegg kodes oppholdstid i minutter på holdeplassen som *Dwelltime*. I nåværende versjon av NeTEx2TNEExt er det datafeltet *TimeTo* som blir fylt ut, men det er ikke noe i veien for at man i senere versjoner av NeTEx2TNEExt velger å implementere *NNTime* isteden. I TNEExtension legges det opp til å spesifisere egne verdier for *NNTime/TimeTo* og *Dwelltime* for morgenrush, dagtrafikk og ettermiddagsrush ved å fylle ut kolonnene mot høyre i figur 18. Den manuelle praksisen så langt har stort sett vært at det er kodet et sett med verdier som gjelder for alle tidsperioder. Med NeTEx2TNEExt vil det bli automatisk generert egne verdier for *TimeTo* og *Dwelltime* for hhv. morgenrush, dagtrafikk og ettermiddagsrush. Verdiene vil bli beregnet ut i fra tidsperiodene som defineres av brukeren. I tillegg fyller NeTEx2TNEExt også ut informasjon om stoppmønsteret (datafeltet *Stop*) og tillatt på- og avstigning ved holdeplassene (datafeltet *OnOff*).

Kollektivnoder rute 111002001

Rute: Glommaringen mot klokka

ID	RoadNode	Route	RoutePos	Stop	TimeTo	TimeToRush	TimeToERush	OnOff	NnTime	NnTime_Rush	NnTime_ERush	Dwell	Dwell_Rush	Dwell_ERush
3193090	1119473	111002001	1	1	0									
3193091	110108479	111002001	2											
3193092	1119474	111002001	3											
3193093	1119561	111002001	4											
3193094	110108511	111002001	5											
3193095	1119546	111002001	6											
3193096	1119732	111002001	7											
3193097	1119735	111002001	8											
3193098	1119736	111002001	9											
3193099	1119733	111002001	10											
3193100	1119734	111002001	11											
3193101	1119594	111002001	12											
3193102	1119574	111002001	13	1	1									
3193103	1103015	111002001	14											
3193104	1103016	111002001	15											

Ok Avbryt

Figur 18: Dialogboksen for holdeplassdata i TNExtension med datafelter for å angi tidsbruk mellom kollektivnodene langs en valgt kollektivroute.

2.10 Øvrige egenskapsdata for kollektivruter i TNExtension

I kollektivrutene definert i TNExtension inngår en rekke egenskaper og figur 19 viser dialogboksen for innlegging av egenskapsdata for kollektivruter. For en nærmere beskrivelse av egenskapene vises til Vegdirektoratet (2014).

Kollektivruter

Søk: 111

Kollektiv-datasett nr 1: KollektivNode - KollektivLinje

Nr	Navn	Mode	Operator	Direction	RouteType	ServiceTys	Frequency	FrequencyRush	FrequencyERush	WatCurve	Time	Shotname	FirstDepart	LastDepart	FareT
111001502	Kalnes sykkelhus - Halden	2	1	1	1	1	0	9000	9000						
111002001	Glommaringen mot klokka	2	4	1	2	1	1500	800				11100200	0600	0645	
111002002	Glommaringen med klokka	2	4	1	2	1	1500	800				11100200	0600	0645	
111002012	Sarpsborg-Skyberg-Ullerøy	2	4	1	1	1	0	18000				11100201	0800	0800	
111002014	Sarpsborg-Skyberg-Ullerøy	2	4	1	1	1	0	18000				11100201	0800	0800	
111002016	Sarpsborg-Skyberg-Ullerøy	2	4	1	1	1	0	18000				11100201	0645	0645	
111002021	Sarpsborg-Halde-Væsteg	2	4	1	1	1	0	9000	0	0		11100202	0625	0730	
111002022	Sarpsborg-Halde-Væsteg	2	4	1	1	1	6000	0				11100202	0655	0855	
111002023	Sarpsborg-Halde-Væsteg	2	4	1	1	1	6000	18000	0	0		11100202	0625	0730	
111002024	Sarpsborg-Halde-Væsteg	2	4	1	1	1	0	4500				11100202	0655	0855	
111002031	Sarpsborg-lee	2	4	1	1	1	36000	18000				11100203	0745	0745	
111002032	Sarpsborg-lee	2	4	1	1	1	3600	18000				11100203	0805	0805	
111002041	Ringsute Øst-Vest	2	4	1	2	1	5100	3000				11100204	0600	0830	
111002051	Sarpsborg - Fredrikstad direkte	2	1	1	1	1	12000	4500	6000						
111002052	Fredrikstad - Sarpsborg direkte	2	1	1	1	1	12000	4500	6000						
111002061	Sarpsborg-Rakkestad-Mysen	2	2	1	1	1	12000	9000				11100206	0715	0850	
111002062	Sarpsborg-Rakkestad-Mysen	2	2	1	1	1	12000	9000				11100206	0638	0850	
111002063	Sarpsborg-Rakkestad-Mysen	2	2	1	1	1	0	18000				11100206	0610	0710	
111002071	Sarpsborg-Sufelingsen-Sarpsborg	2	4	1	2	1	6000	6000				11100207	0640	0640	
111002072	Sarpsborg-Busenstasjonen-Sarpsborg	2	4	1	2	1	6000	18000				11100207	0640	0640	
111002073	Sarpsborg-Sufelingsen-Sarpsborg	2	4	1	2	1	0	18000				11100207	0700	0700	

Definer rute
Oppdater rute
...i valgte bilak
Zoom til rute
Vis noder
Kopier
Slå sammen

Ok Avbryt Importer ruter... Importer eldre format... Slett tomme ruter... Kontrollér alle ruter Rapport lengder Rapport sidsangivelser

Figur 19: Dialogboksen for innlegging av egenskapsdata for kollektivruter i TNExtension.

Basert på informasjonen som ligger i NeTEx-datasettene gis det mulighet til å fylle ut disse egenskapene automatisk ved bruk av NeTEx2TNExt. I første versjon av NeTEx2TNExt (v1.0) er det foreløpig bare noen få av egenskapene som er implementert. I utviklingsarbeidet har vi utforsket muligheten til å fylle ut egenskapstabellen med NeTEx-data i henhold til beskrivelsen i retningslinjene for koding, men det viser seg at måten NeTEx-dataene er strukturert på ikke nødvendigvis harmonerer med slik egenskapene i TNExt-basene er definert. Håndtering av de viktigste egenskapene for kollektivruter med NeTEx2TNExt v1.0 er oppsummert i tabell 2. Noen av avveiningene som er gjort i metodeutviklingen er nærmere omtalt i påfølgende avsnitt.

Tabell 2: Oversikt over hvordan NeTEx2TNExt håndterer egenskapene for kollektivruter i TNExtension.

Egenskaper for ruter i TNExt	Beskrivelse	Håndtering av NeTEx2TNExt
Nr	Unik ruteID, heltall	Fylles ut av NeTEx med en hashfunksjon som genererer en tallrekke på 9 siffer, basert på ID nummeret for holdeplassmønsteret (<i>JourneyPattern</i> ID). Unik ID definert i kodeveilederen er ikke implementert. Se også pkt. 1 under tabellen
Navn	Rutenavn, tekststreng	Fylles ut av NeTEx2TNExt basert på navn for rutevarianten gitt av holdeplassmønsteret. Datafeltet <i>Name</i> i <i>JourneyPattern</i> -elementet i NeTEx-dataene brukes som kilde.
Mode	Kode for transportmiddel, heltall	Fylles ut iht. beskrivelsen i kodeveilederen. Datafeltet <i>TransportMode</i> i <i>Line</i> -elementet i NeTEx-data som kilde. Se også pkt. 2 under tabellen 1 = langdistanse buss, 2 = Buss, 3 = Bane, 4 = Trikk, 5 = Tog, 7 = båt eller ferge, 8 = fly
Operator	Kode for operatør, heltall.	Ikke implementert. Default er dette et tomt felt. Se også pkt. 3 under tabellen.
Direction	Enveis-/toveisruter (1/2)	Alle kollektivruter er kodet som enveisruter. Default verdi settes til 1
RouteType	Ringrute som starter og slutter på samme node skal ha verdi 2, ellers 1	Ikke implementert. Datafelt i NeTEx-dataene som kan gi input til dette er foreløpig ikke identifisert. Default verdi settes til 1
ServiceType		Ikke implementert. Default verdi settes til 1
Frequency	Gjennomsnittlig antall minutter mellom avgangene, rundet til nærmeste minutt	Beregnet av NeTEx2TNExt. Gitt av definert tidsperiode for dagtrafikk
FrequencyRush	Gjennomsnittlig antall minutter mellom avgangene, rundet til nærmeste minutt	Beregnet av NeTEx2TNExt. Gitt av definert tidsperiode for morgenrushet
FrequencyERush	Gjennomsnittlig antall minutter mellom avgangene, rundet til nærmeste minutt	Beregnet av NeTEx2TNExt. Gitt av definert tidsperiode for ettermiddagsrushet
Shortname	Kortnavn for ruten, tall og tekststreng. Maks. 8 tegn	Fylles ut av NeTEx2TNExt basert på datafeltene <i>PublicCode</i> eller <i>PrivateCode</i> i NeTEx-dataene. Inneholder som regel rutenummer slik man kjenner igjen fra rutetabellene. Se også pkt. 4 under tabellen.

1. Unik ruteID (Nr). I retningslinjene for koding er det angitt hvordan rute ID skal bygges opp etter bestemte kriterier vist i figur 20

Rute ID = ABBDDDDDR

A:	Tidsperiode
BB:	Fylkesnummer + 10
DDDDD:	ID fra Norsk rutebok
R:	Retning

Figur 20 Oppbygging av unik rute-ID etter definisjonen i Retningslinjene for koding av transportnett og rutebeskrivelser (Vegdirektoratet, 2014).

Det viser seg at denne oppbyggingen vanskelig lar seg generere basert på NeTEx-dataene. For det første finnes det flere datafelt som kan benyttes som ID for ruten, avhengig av om det dreier seg om en linje, et bestemt holdeplassmønster innenfor ruten eller rutenummeringen som man kjenner igjen fra rutetabellen. Aktuelle datafelter i NeTEx er:

- *RUTE ID*
- *JourneyPattern ID*
- *PublicCode*
- *PrivateCode*

PublicCode og *PrivateCode* kan ikke brukes direkte fordi for eksempel «Buss nr 21» kan forekomme i flere fylker. Et annet problem er at de ovenfor nevnte datafeltene er bygget opp av både tekst, tegn og tall, mens formatet for datafeltet RuteID (Nr) i TNEExtension er definert som heltall. Det ble dermed utfordrende å bestemme en entydig måte å konvertere rute ID i NeTEx-dataene til heltall. Dersom NeTEx dataene skal være datakilden til rutebeskrivelser til RTM framover, anbefaler vi å revurdere hvordan rute ID bør bygges opp i lys av hvordan man kan identifisere unike ruter med NeTEx-data. Det er nødvendig å få på plass et robust opplegg for å sette rute ID på kollektivrutene for å kunne oppdatere kollektivrutene ved nye datauttak. Som en foreløpig løsning fylles rute ID med en hashfunksjon som lager en tallrekke på 9 siffer ut fra *JourneyPattern ID*. Dette betyr at så lenge ID for *JourneyPattern* er uendret, vil hashfunksjonen generere samme tallrekke.

2. Mode (transportmiddel). I retningslinjene for koding skilles det mellom langdistanse busser (1) og lokale busser (2). I NeTEx dataene defineres transportmiddel på to nivåer, *TransportMode* og *SubMode* slik som figur 21 viser, hentet fra den norske NeTEx profilen. I implementeringen av NeTEx2TNEExt er det kun tatt høyde for informasjon i datafeltet *TransportMode*, og da blir «bus» tolket som lokal buss (2) og «coach» blir tolket som langdistanse buss (1). *SubMode* er altså ikke implementert i nåværende versjon av NeTEx2TNEExt. Ved å inkludere *SubMode* får man imidlertid en mulighet for å utvide definisjonen av Mode i TNEExtension, f.eks kan skolebusser skilles ut som egen mode. Vi anbefaler at det gjøres en nærmere vurdering av hvordan *TransportMode/ SubMode* er definert i NeTEx og eventuelt reviderer tillatte Modes i TNEExtension.

Mode (with corresponding submode element) (-)	air (AirSubmode)	bus (BusSubmode)	cableway (TelecabinSubmode)	coach (CoachSubmode)	funicular (FunicularSubmode)	metro (MetroSubmode)	rail (RailSubmode)	taxi (TaxiSubMode)	tram (TramSubmode)	water (WaterSubmode)
Submodes (allowed values) (+)	domesticFlight	airportLinkBus	telecabin	internationalCoach	funicular	metro	airportLinkRail	charterTaxi	localTram	highSpeedPassengerService
	helicopterService	expressBus		nationalCoach		urbanRailway	international	communalTaxi		highSpeedVehicleService
	internationalFlight	localBus		touristCoach			interregionalRail	waterTaxi		internationalCarFerry
		nightBus					local			internationalPassengerFerry
		metroReplacementBus					longDistance			localCarFerry
		railReplacementBus					nightRail			localPassengerFerry
		miniBus					regionalRail			nationalCarFerry
		regionalBus					touristRailway			sightseeingService
		schoolBus								busReplacementBoat
		shuttleBus								
		sightseeingBus								
		tramReplacementBus								

Grå tekst = foreslått utvidelse, men foreløpig ikke tatt i bruk

Figur 21: Oversikt over definisjon av *TransportMode* og *SubMode* i den norske NeTEx profilen (Vegdirektoratet 2016-2).

3. Operator (operatør). NeTEx dataene skiller mellom de som har ansvar for kollektivtilbudet, for eksempel kollektivselskapene, og operatører som har fått tildelt rutene etter anbud. Det bør gjøres en nærmere gjennomgang av hvilke datafelt fra NeTEx-dataene som bør fylles inn i TNEExtension med tanke på hvordan denne informasjon kan brukes videre i RTM og andre etterberegningstøyt, for eksempel Kollektivmodulen i Regmod.

4. Shortname (kortnavn). Rutenummer slik man som regel kjenner igjen fra rutetabellene er kodet som *PublicCode* eller *PrivateCode* i NeTEx dataene. Denne informasjonen er kodet inn i datafeltet *Shortname* i TNEExtension, siden dette datafeltet tillater både tall og tekst, maksimum 8 tegn. Datafeltet *Shortname* sammen med rutenavn som ligger i datafeltet *Navn* gir tilstrekkelig informasjon til å kjenne igjen rutene.

3 Oppsummering og videre arbeid

Utvikling av applikasjonen NeTEx2TNExt anses som et første forsøk på å ta i bruk NeTEx-data til transportmodellering. I og med at utviklingsarbeidet startet umiddelbart etter at databasen ble offisielt lansert, måtte vi i løpet av utviklingsprosjektet forholde oss til flere større omlegginger av databasestrukturen hos ENTUR. Vår kunnskap om NeTEx-data vokste i takt med utvikling av applikasjonen, og de valgte løsninger bygger i stor grad på den kunnskapen vi har tilegnet oss i løpet av prosjektet. Da det å få på plass en applikasjon som produserer en database for innlesing til TNExtension var det primære målet for prosjektet, var det ikke rom for å gjøre omfattende brukertester av applikasjonen eller studier av mange rutedatasett. I dette avsluttende kapitlet oppsummerer vi idéer til og refleksjoner om videre arbeid som vi har gjort oss under utviklingsarbeidet.

3.1 RTM-beregning med rutekoding fra NeTEx-dataene

I forhold til tidligere kollektivkoding så vil antall ruter øke betydelig med rutedata med NeTEx. Dette skjer siden alle rutevarianter med unikt holdeplassmønster vil bli importert som en unik rute i TNExtension. Som en test importerte vi alle kollektivrutene innenfor RUTERs ansvarsområde fra ENTUR (for en gitt dato). Det ble da generert om lag 1150 unike kollektivruter, og kjøringen tok 12 timer og 40 minutter (på en Intel Xeon E5-2643 v3 @ 3,40 GHz CPU). Da er ikke togrutene og busser som kjøres av andre enn RUTER medregnet. Til sammenligning finnes det i underkant av 540 unike kollektivruter som representerer RUTERs kollektivtilbud i RTM øst. Det betyr at antall ruter omtrent dobles i dette tilfellet. Hele RTM øst inneholder totalt i underkant av 3 300 kollektivruter, så det er ikke urimelig å forvente at antall kollektivruter i RTM øst kan komme opp i nærmere 7 000 basert på NeTEx-data.

Det er ikke testet hvordan TNExtension takler en så stor database. Erfaring så langt med TNExtension og ArcGIS er at programytelsen blir betydelig dårligere ved arbeid med store datasett. Dersom det i praksis ikke lar seg gjøre å vedlikeholde en så stor TNExt-base, kan dette ha betydning for hvordan man vedlikeholder kollektivrutene i de store regionale transportmodellene. Man kan tenke seg flere måter å løse dette på. Den ene tilnærmingen er å forbedre programytelsen til TNExtension/ArcGIS, men antakeligvis ligger begrensningen i ArcGIS-systemet, som det norske fagmiljøet har liten påvirkning på. En mulighet er at det utvikles en TNExtension-versjon som jobber mot open source-løsninger som QGIS. En annen tilnærming kan være å redusere antall kollektivruter til TNExtension gjennom å generere «aggregerte kollektivruter» basert på rutevarianter fra ENTUR som ligner på hverandre (etter visse kriterier). Dette krever en nærmere analyse av rutedataene fra ENTUR og bør baseres på en studie av flere ulike typer rutedatasett, for ulike transportmidler og av ulik karakter.

Våre tester var avgrenset til å påse at rutedataene fra NeTEx2TNExt gir fornuftig kollektivrutekoding i TNExtension, mens det som betyr noe til slutt er hvordan rutedataene fra ENTUR påvirker beregningsresultatene i RTM. Som en oppfølging av dette prosjektet er det behov for en systematisk uttesting av hvordan rutekoding basert på NeTEx påvirker RTM-resultatene. I det ligger også å undersøke hvordan CUBE's

rutevalgsalgoritme responderer på et betydelig større rutetilbud, og hvilken betydning det har for LoS-datagenerering og kollektivnettutlegging. Det vil også være aktuelt å vurdere hvorvidt rutevalgsoppsettet som brukes i RTM vil være hensiktsmessig med rutekoding basert på NeTEx-data. Med data fra ENTUR vil enhver rutebetjening med ulike holdeplassmønster av samme linje bli generert som en unik rute i NeTEx2TNEExt. Dersom en av avgangene for en kollektivlinje har avvikende holdeplassbetjening innenfor en seks timers periode, vil denne ene avgangen bli generert som en unik rute med en headway på 360 minutter. Antallet slike ruter vil antageligvis øke med rutekoding generert med NeTEx2TNEExt. I kollektivroutevalgsettet i RTM er maksimal ventetid satt til 120 minutter. I slike tilfeller vil man kunne få en overvurdering av rutetilbudet. Hva slike tilfeller faktisk betyr for rutevalgberegningene må undersøkes nærmere i videre testing.

Et annet aktuelt tema er reglene som benyttes for generering av tilbringelenker ved ruteberegning for kollektiv. I implementeringen av NeTEx2TNEExt er det valgt å bruke plattform som stedfesting av holdeplassene. Et knutepunkt vil bestå av mange plattformer, og antall overgangskombinasjoner kan øke betraktelig i kollektivnettutleggingsberegningen i CUBE. Konsekvenser av dette er noe man bør se nærmere på i en videre utprøving.

Ganglenker, tilknytningslenker til tog og sonetilknytninger kodet i transportnettverket er i dag et resultat av faglig skjønn og tilpasninger basert på tidligere erfaring. Med NeTEx-data kan man få en helt annen holdeplasstruktur i transportnettverket, noe som krever en ny tilpasning av gang- og tilknytningslenker. Det vil spesielt være aktuelt å se på hvordan nettverket rundt knutepunkter med mange overgangsmuligheter bør tilpasses. Mens systematisk testing av RTM-resultater kan gjennomføres som en avgrenset test, bør nettverkstilpasninger skje i forbindelse med førstegangsetablering av kollektivtilbudet med NeTEx-dataene for de enkelte RTM-modellene.

Så langt har man i liten grad gjennomført RTM-beregninger med en egen rutekoding for ettermiddagsrushet. Det skyldes at retningslinjene for koding av transportnett og rutebeskrivelser primært krever rutekoding for morgenrushet og for dagtrafikkperioden. Ved kjøring av RTM på timenivå inngår ettermiddagsrushet som en egen tidsperiode, mens representasjonen av rutetilbudet i ettermiddagsrushet i stor grad er basert på morgenrushet. Vi anbefaler en gjennomgang av hvordan RTM tolker og bruker rutekoding for ettermiddagsrushet for å sikre at man får en konsistent behandling av rutekodingene i RTM.

I videre arbeid anbefales det at det gjøres en nærmere vurdering av hvordan egenskapsdataene i TNEExtension bør fylles ut med NeTEx-dataene, og at man eventuelt foretar en revisjon av retningslinjene for koding av kollektivruter der det er hensiktsmessig. NeTEx-datasettet er et svært omfangsrikt datasett som dekker ulike sider av kollektivtilbudet, og det var ikke rom innenfor dette prosjektet til å gjøre grundige vurderinger av hvordan informasjonen om kollektivtilbudet blir modellert i NeTEx-profilen med hensyn til kollektivkoding til RTM.

3.2 Forslag til videre arbeid med NeTEx2TNEExt

Dersom nettverk fra NVDB inneholder holdeplassinformasjon som er harmonisert med stoppestedsdatabase fra ENTUR, kan man enkelt etablere en entydig stedfesting av holdeplassene til TNEExt-nettverket. Denne koblingen er dessverre ikke på plass ennå, og vi har derfor implementert en metodikk for å knytte plattformene i NeTEx-dataene til nærmeste node. Dersom koblingsnøkkelen mellom stoppestedsdatabasen og NVDB kommer på plass i framtiden, anbefales det at stedfesting av holdeplasser i nettverket skjer via koblingsnøkler framfor søk etter nærmeste noder.

Det gjenstår en nærmere vurdering av hvordan ulike egenskaper for kollektivruter bør kodes med NeTEx-data. Det som kanskje er mest presserende er å finne en robust måte å generere en unik rute-ID på, basert på det som ligger i NeTEx-dataene. Dette er spesielt viktig for vedlikehold av rutene i TNEExtension over tid, med oppdaterte rutedata fra ENTUR. Det vil da være avgjørende at det er mulig å gjenkjenne rutene, uavhengig av versjoner. For å fylle ut de øvrige egenskaper for kollektivruter, som operatør, mode, servicetype og rutetype, er en avhengig av at nødvendig informasjon ligger i NeTEx-data. Denne informasjonen kan brukes videre i RTM-beregninger og andre etterberegninger (for eks. kollektivmodulen).

Som diskutert i kapitlet om metodebeskrivelse kan det være fornuftig å revidere retningslinjene for kodning av transportnettverk og rutebeskrivelser for RTM i tråd med hva NeTEx-dataene kan levere. Dette kan videre ha implikasjoner for hvordan RTM behandler rutekodningen. Dette forutsetter imidlertid en grundigere analyse av NeTEx-dataene, en oppgave som går utover dette prosjektets formål.

Det har i løpet av utviklingsarbeidet vist seg at NeTEx-profilen gir en viss fleksibilitet i hvordan man beskriver gyldige kjøredager. For at NeTEx2TNEExt skal kunne tolke et hvilket som helst rutedatasett fra ENTUR, må applikasjonen ha løsninger for å tolke alle variantene. I versjon 1.0 er applikasjonen tilrettelagt for å tolke to ulike tilnærminger, men etter at selve utviklingsarbeidet var avsluttet ble det identifisert en tredje tilnærming. Den siste er foreløpig ikke implementert i applikasjonen. Det anbefales at tolkning av den tredje varianten blir implementert ved neste oppdatering av NeTEx2TNEExt.

Definisjon av tidsperioder er et annet forhold som det bør sees mer på. Den valgte tilnærmingen fører til at man mister avganger ved begynnelsen/slutten av en tidsperiode. Det er for så vidt et forventet utfall da det alltid vil være tilfeller der oppsatte regler ikke passer inn. Slike uttrekk etter «stive» oppsatte regler er særlig sårbare for ruter med svært få avganger i løpet av tidsperioden, eller lange ruter i en stor modell, hvor rutetiden kan gå over flere tidsperioder.

Fokuset i utviklingsprosjektet var primært rettet mot lokale kollektivruter til RTM, testet med datasettene fra RUTER og NSB. Et naturlig steg videre er å innhente rutedata fra andre kollektivselskap og teste hvordan applikasjonen fungerer for rutetilbud som dekker andre typer reiser, eksempelvis lange reiser, rutetilbud i spredt bebygde strøk og andre transportmidler. NeTEx2TNEExt er foreløpig ikke tilrettelagt for å innhente kollektivruter for den nasjonale persontransportmodellen (NTM6), som opererer med et eget nettverk utenom TNEExtension. Et felles nettverk for RTM, NTM6 og godsmodellen i TNEExtension er imidlertid på trappene. Når det nye nettverket for NTM6 er på plass, kan man bygge videre på NeTEx2TNEExt til å generere rutedata til NTM etter samme metodikk som for RTM.

Brukervennlighet er en viktig side ved NeTEx2TNEExt for å informere brukerne om hva som skjer underveis og for å sette dem i stand til å vurdere om applikasjonen gir forventende resultater. Dette er forsøkt å ta hensyn til ved at NeTEx2TNEExt produserer en logg. Etter hvert som det høstes mer brukererfaring med applikasjonen er det aktuelt å forbedre informasjonen i loggen slik at den blir lettere tilgjengelig. Det kan også være aktuelt å utvikle kontrollrutiner som hjelper brukeren til å vurdere resultatene. Validering av mapping av holdeplasser er et eksempel på aktuelle rutiner for kvalitetskontroll.

4 Referanser

- ENTUR (2018). ENTUR rute- og stoppestedsdata, <http://www.entur.org/dev/rutedata/> [besøkt 05.02.2018]
- Kroksæter, Babri (2017). Brukerveiledning TransportNettExtension for ArcMap, versjon 2.76. SINTEF notat. November 2017.
- Vegdirektoratet (2016-1). Håndbok N801 - Nasjonale rutedata, Statens vegvesen Vegdirektoratet 2016
- Vegdirektoratet (2016-2). Håndbok N801 Vedlegg A - NeTEx profil Norge, Statens vegvesen Vegdirektoratet <https://rutebanken.atlassian.net/wiki/spaces/PUBLIC/pages/56524836/Datamodell> [er](#) [besøkt 05.02.2018]
- Vegdirektoratet (2014). Retningslinjer for koding av transportnett og kollektivruter til regionale transportmodeller, Vegdirektorater, 2014

Vedlegg 1 – Brukerveiledning

Arbeidsdokument 51245

Oslo 22.01.2018

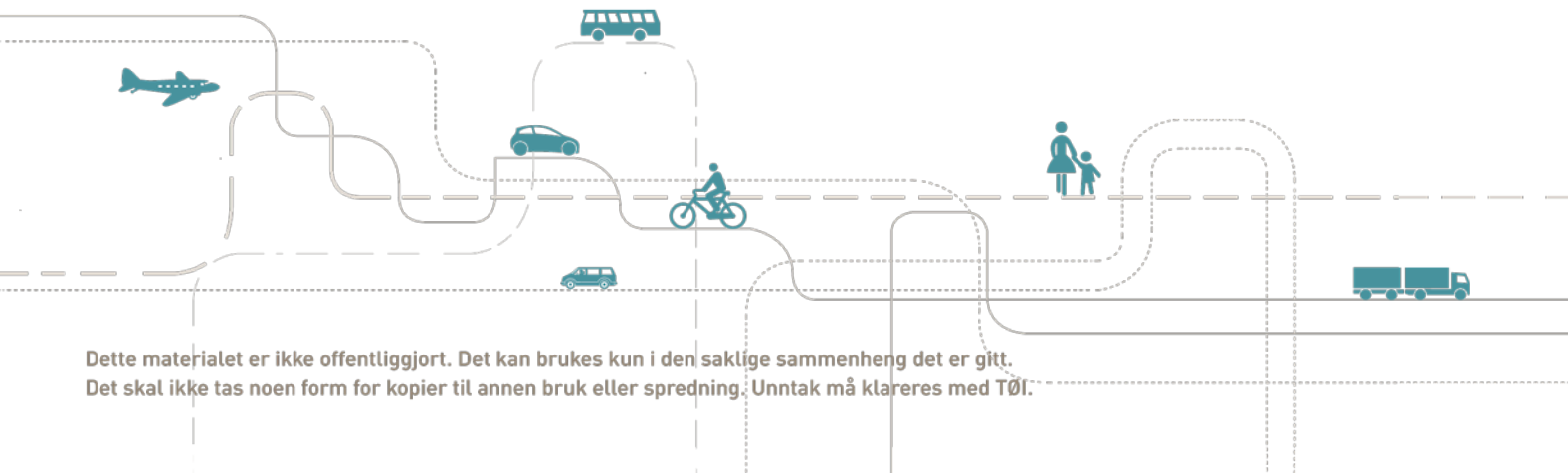
4502 Automatisk rutekoding til transportmodeller

Gretar Ævarsson

NeTEx2TNExt (v1.0) brukerveiledning

Innhold

1	Bakgrunn	2
2	Nedlasting av NeTEx datasett fra ENTUR	2
3	Installasjon av NeTEx2TNExt v1.0	3
4	Datastruktur	6
5	Brukerinnstillinger i NeTEx2TNExt	10
6	Generering av NeTEx database	12
7	Import av kollektivruter med TNExt	13
8	Kvalitetskontroll	17



1 Bakgrunn

NeTEx2TNEExt er et programtillegg (add-in) for ArcMap og er utviklet og testet for versjonene 10.1, 10.2 og 10.3 (pr. 12.12.2017). Denne brukerveiledningen er laget for Windows 10 operativsystem.

Formålet er å effektivisere dagens manuelle koding av kollektivtilbud i transportmodellen RTM (ruter, frekvenser, stoppmønster og framføringstid) og automatisere prosessen ved å hente rute- og holdeplassdata fra Nasjonal rutedatabank og Nasjonalt holdeplassregister.

NeTEx2TNEExt analyserer et gitt nettverk, samt rute- og stoppestedsdata, og genererer en geodatabase med kollektivtilbud for importering i TNEExt.

2 Nedlasting av NeTEx datasett fra ENTUR

NeTEx2TNEExt krever to input kilder, en TNEExt geodatabase med eksisterende nettverk (.mdb/.gdb filer) og rute- og stoppestedsdata på NeTEx formatet (.xml filer).

NeTEx datasettet kan lastes ned fra Entur sin utviklerportal og det er anbefalt å hente siste gyldige versjoner før NeTEx2TNEExt kjøres:

<http://www.entur.org/dev/rutedata/>

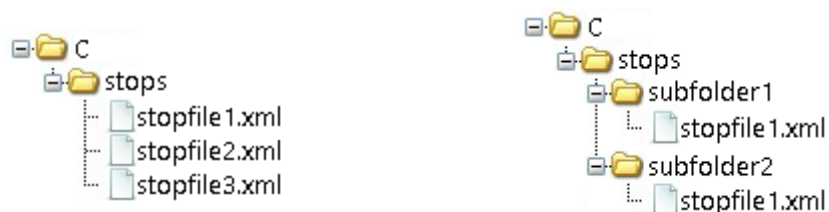
Filnavnene skal ikke endres, f.eks. skal 'fellesfiler' være eneste filen som starter med understrek (f.eks. _RUT_shared_data.xml).

Rutedata kan lastes ned fra ulike leverandører eller nasjonalt/hele Norge og dataene ligger i en .zip fila som inneholder flere .xml filer. Hver .xml fil (rutedata) representerer én kollektivlinje og enten må alle filene ligge i samme katalog eller i underkataloger, f.eks.



Figur 1 - To eksempler på katalogstruktur for rutedata

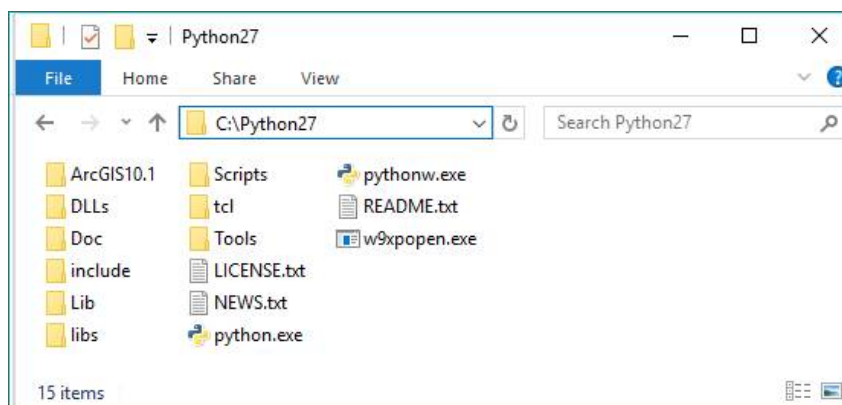
Stoppstedetsdata kan lastes ned for ulike fylker eller nasjonalt. Alle .xml filene (stoppsteder) må enten ligge i samme katalog eller i underkataloger, f.eks.



Figur 2 - To eksempler på katalogstruktur for stoppestedsdata

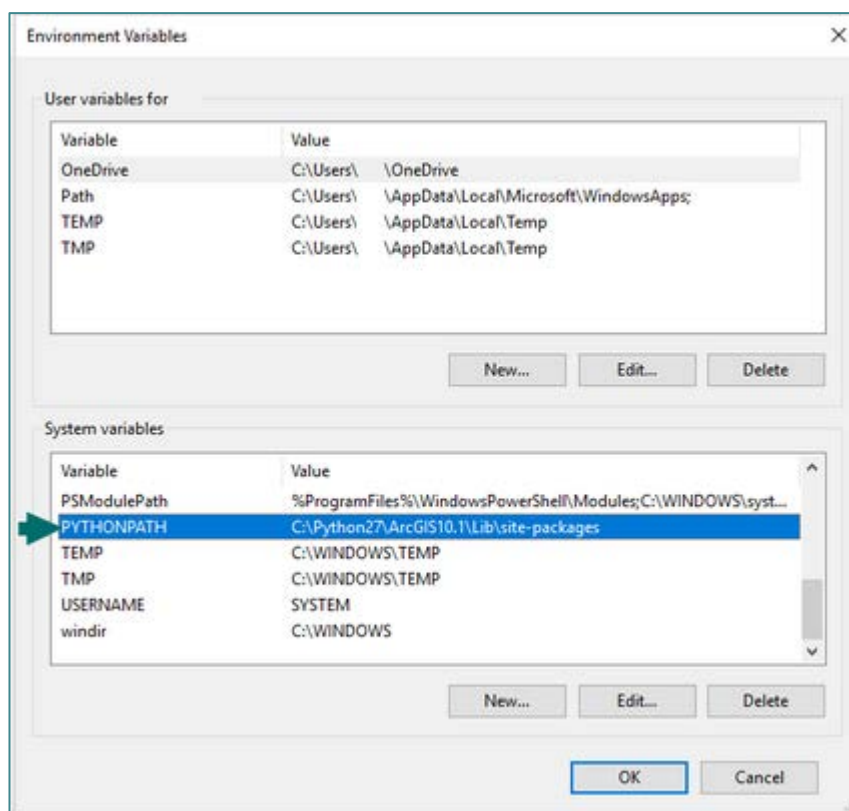
3 Installasjon av NeTEx2TNext v1.0

NeTEx2TNext krever at Python 2.7.x (32-bit) må være installert på filstien C:\python27 og det må finnes en c:\python27\arcGIS10.X katalog under denne (X er avhengig av installert ArcGIS versjon), f.eks.



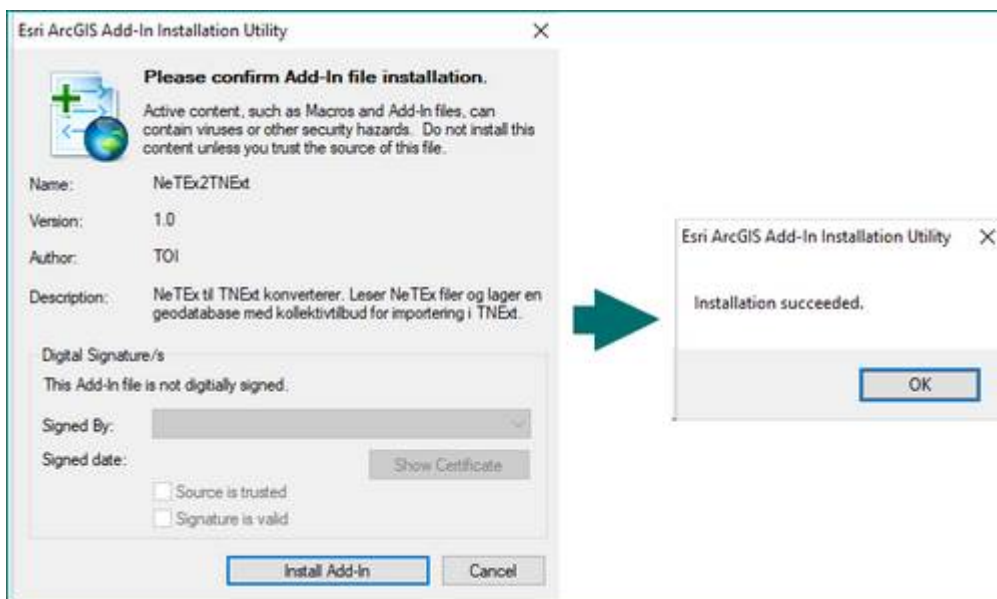
Figur 3 - Python 2.7 må være installert og ArcGIS10.x katalog må finnes der under

PYTHONPATH-variabelen må finnes i Windows Environment Variables og den må ha verdien C:\Python27\ArcGIS10.X\Lib\site-packages (X er avhengig av installert ArcGIS versjon)



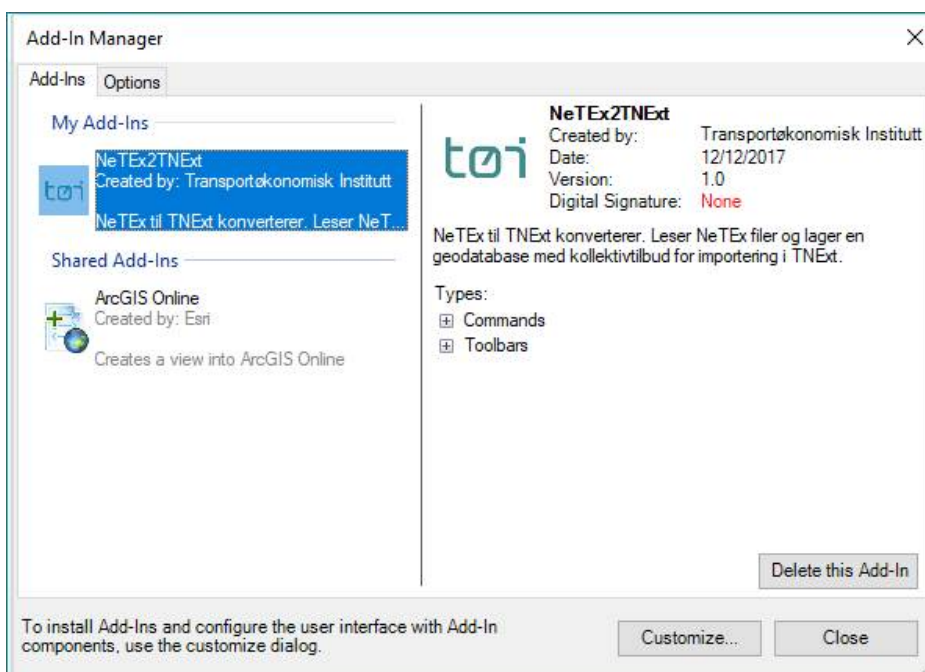
Figur 4 - Environment Variables i Windows 10

NeTE_x2TNE_xt installeres ved å lukke ArcMap, kjøre installasjonsfila *NeTE_x2TNE_xt_v1_0.esriaddin* og velge 'Install Add-in':



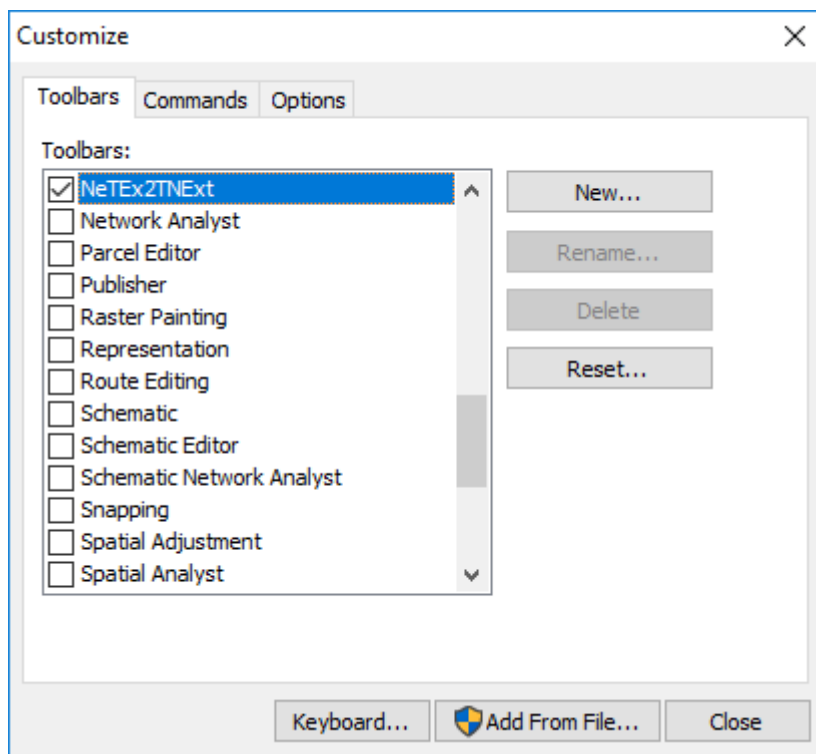
Figur 5 - Installering av NeTE_x2TNE_xt add-in

Nå ligger NeTE_x2TNE_xt i 'Add-in Manager' i ArcMap (Customize -> Add-In Manager):



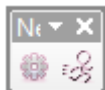
Figur 6 - Add-in Manager i ArcMap

For å vise NeTEx2TNExt verktøylinjen (toolbar), trykk på 'Customize...' knappen og velg NeTEx2TNExt:



Figur 7 - Vise verktøylinjen i ArcMap

Da vises verktøylinjen og NeTEx2TNExt er klar for bruk:

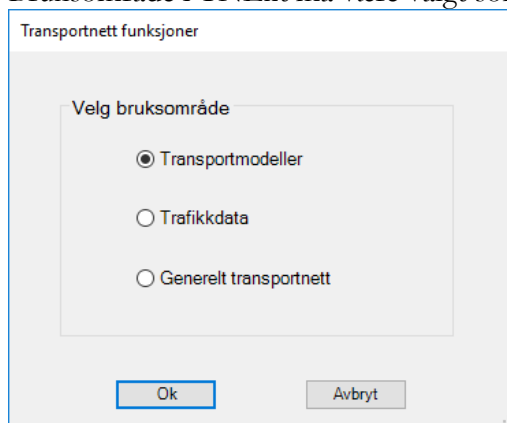


Figur 8 - Verktøylinjen for NeTEx2TNExt

4 Datastruktur

NeTEx2TNExt lager en geodatabase som må kunne importeres i TNExt. Derfor lager NeTEx2TNExt en kopi av opprinnelige geodatabasen til å beholde datastrukturen, som må være på en bestemt måte og noen antagelser gjøres, som beskrevet i det følgende:

- a. Bruksområde i TNext må være valgt som 'Transportmodeller':



Figur 9 - Transportmodeller må være valgt bruksområde i TNext

- b. Tabellen 'SintefTmConfig' må finnes i personal geodatabasen (.mdb) og 'paramname' kolonnen må inneholde verdien 'Vegimport områdeliste':

id	dataset	paramname	paramvalue
1	1	Konfigurasjon katalog	D:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_Alt2030
2	1	ckk	1
3	1	Vegnode fylkesbasert hnr lengde	7
4	1	Vegnode lag	NodeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
5	1	Veglenke lag	LenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
6	1	Std. fylke nummer	1
7	1	Std. kommune nummer	-1
8	1	Veg lag	VegnettD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst
9	1	Transportnode nummerering	Fylke
10	1	Vegnode snapping	False
11	1	VegRefLink	VegnettD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst
12	1	Workspace for vegnett	D:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_Alt2030
13	1	Aktivt tiltak	1
14	1	ArcView prosjektfil	Untitled
15	1	Veg Hpld	
16	1	GPS logg	
17	1	Sone lag	
18	1	Sonenr kolonne	
19	1	Kollektivnode lag	KollektivNodeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\
20	1	Kollektivlenke lag	KollektivLenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG
21	1	Nettverksimport koblingsavstand	20
22	1	CUBE eksport filnavn	F:\WedreGlomma\TNext\Ref2030_DOM\Ostfol
23	1	CUBE eksport utvalg til DOM	True
24	1	faresa	1
27	1	Kollektivnode pri NN-Time	True
28	1	JORP	1
29	1	Vegimport vegnett	E:\TNext\TNext_Vegnett_Norge_201609061
30	1	Vegimport aggregerte lenker	E:\TNext\TNext_TRM_NORGE_V6_20160906
31	1	Vegimport aggregerte lenker datasett	agg_TNext_TRM_NORGE
32	1	Vegimport bruk GBD	True
33	1	Vegimport områdeliste	101;104;105;106;111;118;119;121;122;123;
34	1	Kollektivdata i veg workspace	true
35	1	CUBE eksport kjerne	Kjerne_DOF_utvbuff
37	1	CUBE eksport datakilde OldNode	F:\WedreGlomma\TNext\CUBEeksport_RTMO
38	1	agntri	1
39	1	inaabr	1
40	1	TASN	1
41	1	Tiltak 1	UpdateV1
43	1	toufaresa	1
44	1	VegRefLink hjelpelag	LenkeD:\demo\ROST_Alt2030_NG\ROst_A
45	1	gae	1

Figur 10 - Personal geodatabasen (.mdb) må inneholde SintefTmConfig-tabellen

- c. Tabell 1 viser lag og klasser (layer og feature class) som den eksisterende lokale databasen (.gdb og .mdb) må inneholde. Disse feltene blir automatisk generert av TNEExt ved opprettelsen av en TNEExt-base (funksjonen 'Importer vegnett'.

Tabell 1 - Lagene/ klassene som må finnes i den eksisterende geodatabasen

Layer Name	Feature Class
Lenke	TM1_Lenke
Node	TM1_Node
KollektivRute	TM1_1_KollektivRute
KollektivNode	TM1_1_KollektivNode

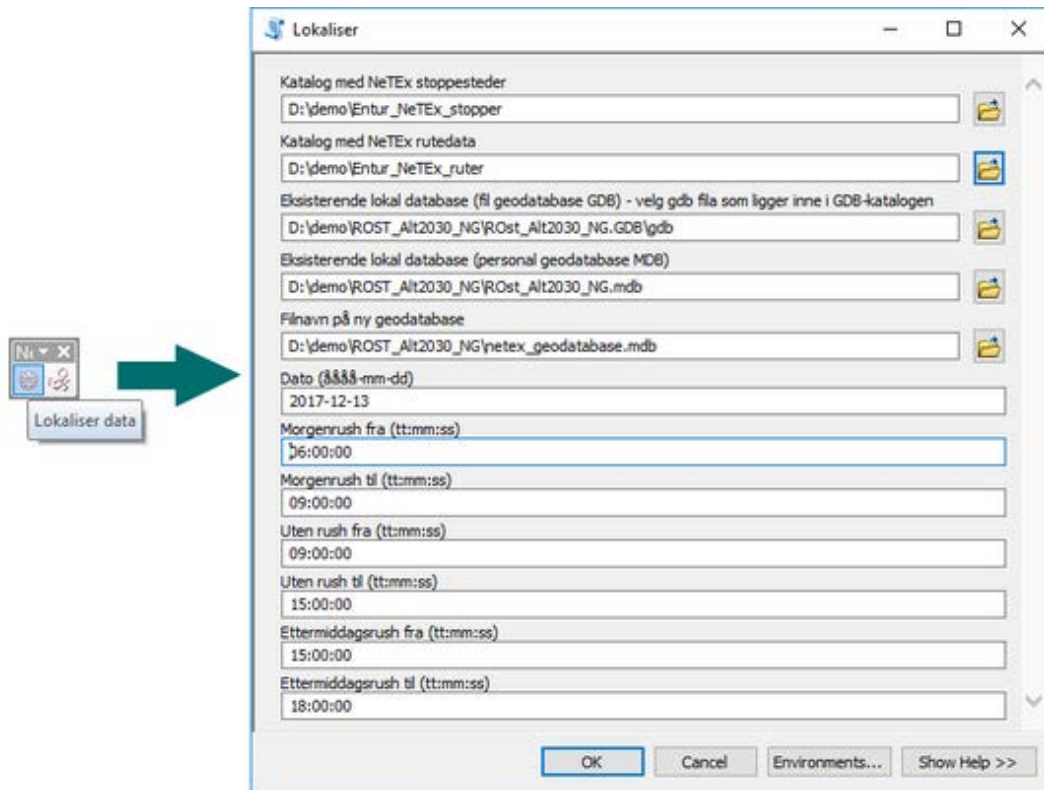
I tillegg må strukturen på lagene/klassene i Tabell 1 ovenfor, følge oppsettet som er vist i tabell 2. Strukturen blir også ivaretatt av TNEExt.

Tabell 2 - Nødvendig datastruktur for de fire klassene: TM1_Node, TM1_Lenke, TM1_1_KollektivRute og TM1_1_KollektivNode

TM1_Node		TM1_Lenke		TM1_1_KollektivRute		TM1_1_KollektivNode	
Field Name	Data Type	Field Name	Data Type	Field Name	Data Type	Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID	OBJECTID	Object ID	Name	Text	OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry	SHAPE	Geometry	Code	Text	SHAPE	Geometry
Linje	Long Integer	Linje	Long Integer	Mode	Short Integer	RoadNode	Long Integer
Nr	Long Integer	ANode	Long Integer	Operator	Long Integer	Route	Long Integer
HNr	Long Integer	BNode	Long Integer	Direction	Short Integer	RoutePos	Long Integer
Navn	Text	Distance	Long Integer	RouteType	Short Integer	Stop	Short Integer
Sentroide	Short Integer	Knr	Short Integer	ServiceType	Short Integer	OnOff	Text
Kjerne	Short Integer	Vk	Text	Frequency	Long Integer	synlig	Short Integer
XPos	Double	Vs	Text	FrequencyRush	Long Integer	TimeTo	Short Integer
YPos	Double	Vn	Long Integer	FrequencyERush	Long Integer	TimeToRush	Short Integer
ZPos	Long Integer	Hp	Long Integer	WaitCurve	Short Integer	TimeToERush	Short Integer
EditStatus	Long Integer	TilHp	Long Integer	Ttime	Long Integer	NnTime	Long Integer
		FromMeter	Long Integer	Shortname	Text	NnTime_Rush	Long Integer
		ToMeter	Long Integer	FirstDepart	Text	NnTime_ERush	Long Integer
		hp_id	Text	LastDepart	Text	Dwell	Float
		ABSpeed	Long Integer	FareTable1	Text	Dwell_Rush	Float
		BASpeed	Long Integer	FareTable2	Text	Dwell_ERush	Float
		Lanes	Text	VehicleType	Long Integer	EndrefTid	Text
		ABDirInd	Long Integer	VehicleType_Rush	Long Integer		
		EditStatus	Long Integer	VehicleType_ERush	Long Integer		
		Edits	Text	TimeChanged	Text		
		Synlig	Short Integer	Length	Long Integer		
		GeomStatus	Long Integer				
		Tid	Double				
		T	Text				
		ABLinkType	Short Integer				
		ABJurCode	Short Integer				
		ABLinkCap	Long Integer				
		ABCapInd	Long Integer				
		BALinkType	Short Integer				
		BAJurCode	Short Integer				
		BALinkCap	Long Integer				
		BACapInd	Long Integer				
		AADT	Long Integer				
		Tellepunkt	Long Integer				
		Description	Text				
		Behold	Short Integer				
		Dekkebredde	Double				
		Massetype	Long Integer				
		ABYield	Long Integer				
		BAYield	Long Integer				
		SHAPE_Length	Double				
		Restriksjon	Long Integer				
		Trafikkdeler	Long Integer				
		Motorvegtype	Long Integer				
		Medium	Long Integer				
		GsAndel	Double				
		gaagate	Short Integer				
		vegsperring	Short Integer				

5 Brukerinnstillinger i NeTEx2TNExt

NeTEx2TNExt verktøylinjen har kun to knapper og først må brukeren lokalisere data (venstre knapp) og fylle inn alle felter:

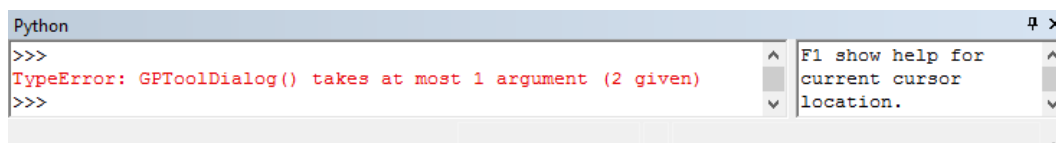


Figur 11 - Lokaliser data. Brukeren må fylle inn alle feltene.

Tabell 3 - Beskrivelse av inputfelt ved lokalisering av data

Felt	Beskrivelse
Katalog med NeTEx stoppesteder	Brukeren må bla til katalog som inneholder stoppesteder, f.eks. 'stops' katalog på Figur 2.
Katalog med NeTEx rutedata	Brukeren må bla til katalog som inneholder rutedata, f.eks. 'routes' katalog på Figur 1.
Eksisterende lokal database (fil geodatabase GDB)	Brukeren må bla til gdb-fil i eksisterende fil geodatabase (.gdb), dvs. velge filen som heter kun 'gdb' i fil geodatabasen.
Eksisterende lokal database (personal geodatabase MDB)	Brukeren må bla til eksisterende personal geodatabase (.mdb).
Filnavn på ny geodatabase	Brukeren må bla til en katalog og gi navn til den nye geodatabasen som skal opprettes og importeres i TNEExt.
Dato (åååå-mm-dd)	Brukeren må manuelt fylle inn en bestemt dag som skal representere f.eks. en vanlig hverdag. NeTEx2TNEExt henter stoppmønstre og frekvenser som gjelder for den dagen.
Morgenrush fra (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere start tidspunkt for morgenrush (default 06:00:00).
Morgenrush til (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere stop tidspunkt for morgenrush (default 09:00:00).
Uten rush fra (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere start tidspunkt for utenom rush/lavtrafikk (default 09:00:00).
Uten rush til (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere stop tidspunkt for utenom rush/lavtrafikk (default 15:00:00).
Ettermiddagsrush fra (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere start tidspunkt for ettermiddagsrush (default 15:00:00).
Ettermiddagsrush til (tt:mm:ss)	Brukeren kan spesifisere stop tidspunkt for ettermiddagsrush (default 18:00:00).

N.B. feilmeldingen som vises i Python vinduet når 'lokaliser data' knappen er trykket, er en kjent feil i ArcGIS og den påvirker ikke NeTEx2TNEExt (kan ignoreres).



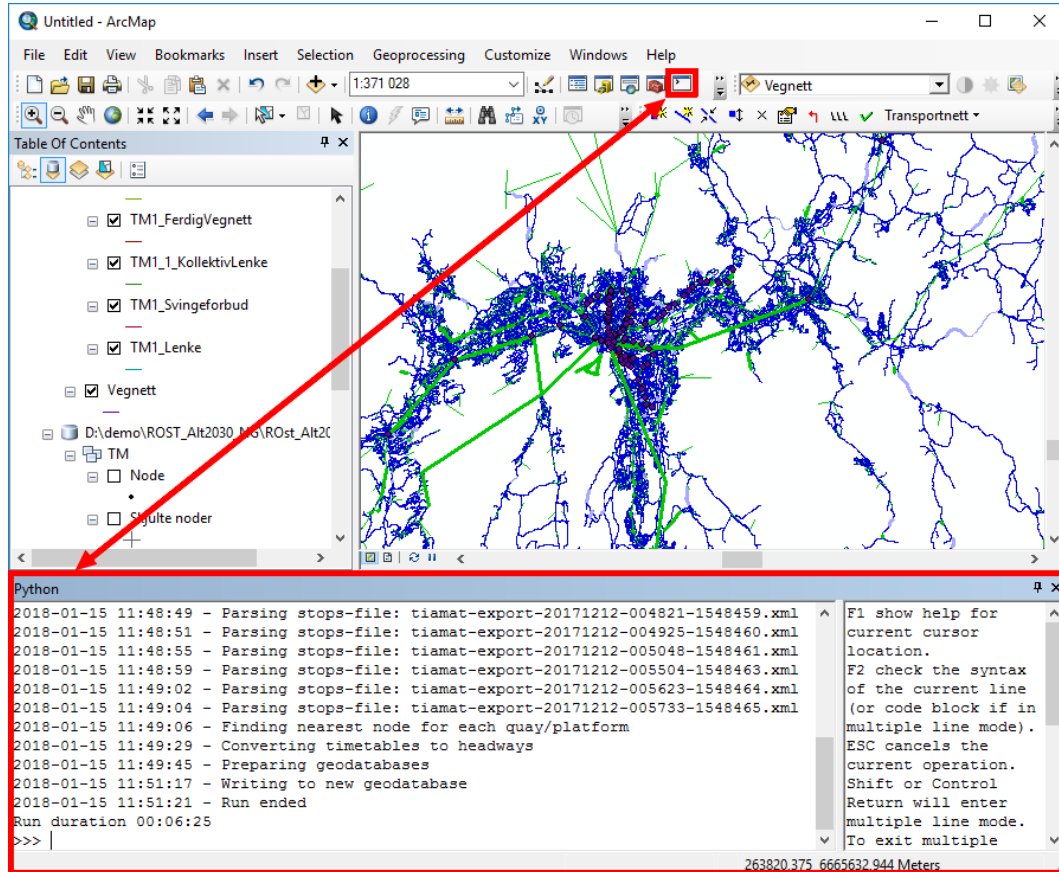
```

Python
>>>
TypeError: GPToolDialog() takes at most 1 argument (2 given)
>>>
F1 show help for
current cursor
location.
    
```

Figur 12 - GPToolDialog feilen påvirker ikke kjøringen eller resultatene fra NeTEx2TNEExt

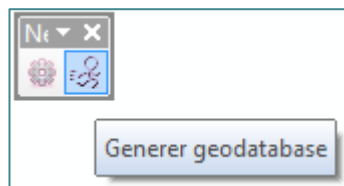
6 Generering av NeTEx database

Når brukeren har fylt inn alle feltene, er NeTEx2TNExt klar for kjøring. Det er anbefalt å ha Python vinduet åpent i ArcMap for å se tilbakemeldinger fra kjøringen.



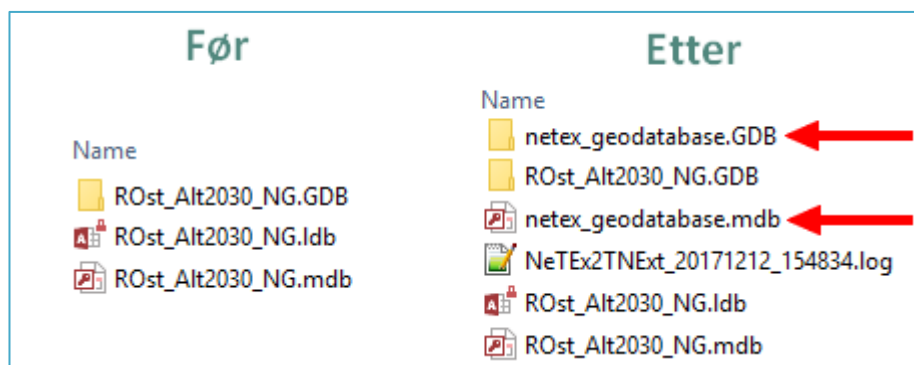
Figur 13 - Tilbakemeldinger fra NeTEx2TNExt vises i Python vinduet

Kjøringen utføres ved å trykke på høyre knappen i verktøylinjen:



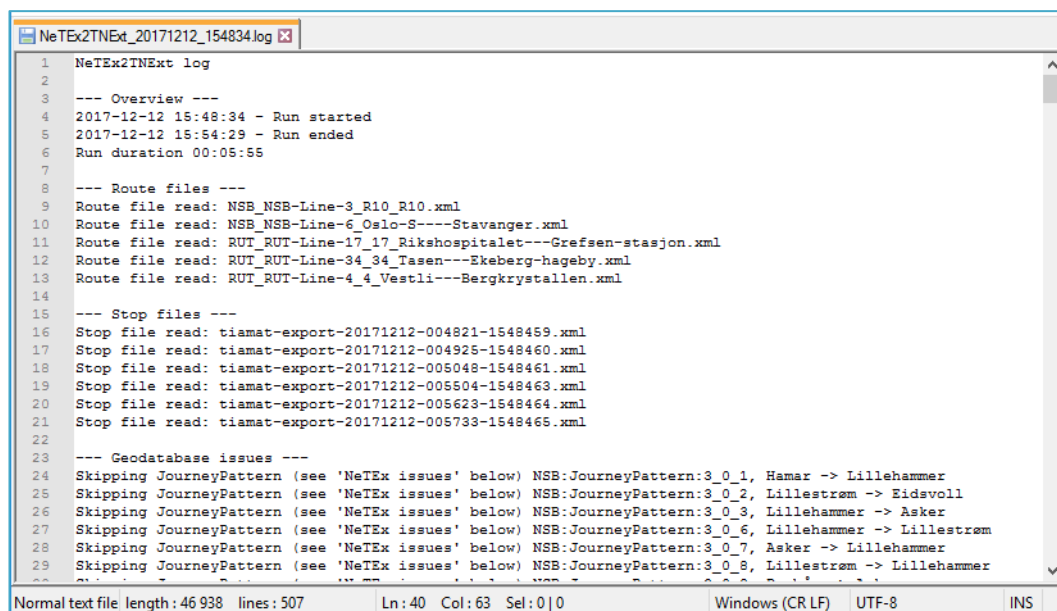
Figur 14 - NeTEx2TNExt kjøres ved å trykke på høyre knappen i verktøylinjen

Når kjøringen er ferdig, ligger den nye geodatabasen i mappa, som spesifisert i brukerinnstillingene (Figur 11):



Figur 15 - NeTEx2TNEExt oppretter en ny geodatabase for importering i TNEExt, pluss loggfil

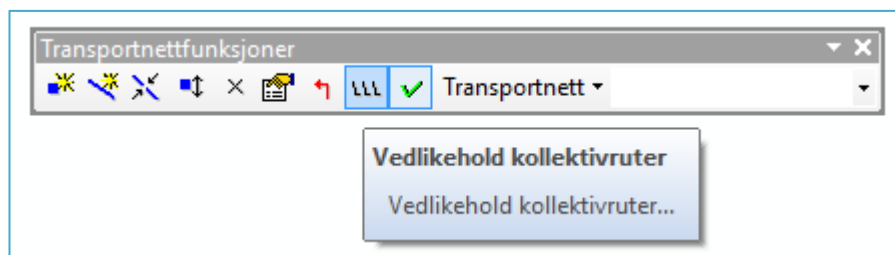
Loggfilen åpnes automatisk når kjøringen er ferdig og den viser viktig informasjon for kjøringen, f.eks. oversikt, leste filer og advarsler.



Figur 16 - Loggfilen åpnes automatisk etter at kjøringen er ferdig og inneholder nyttig informasjon

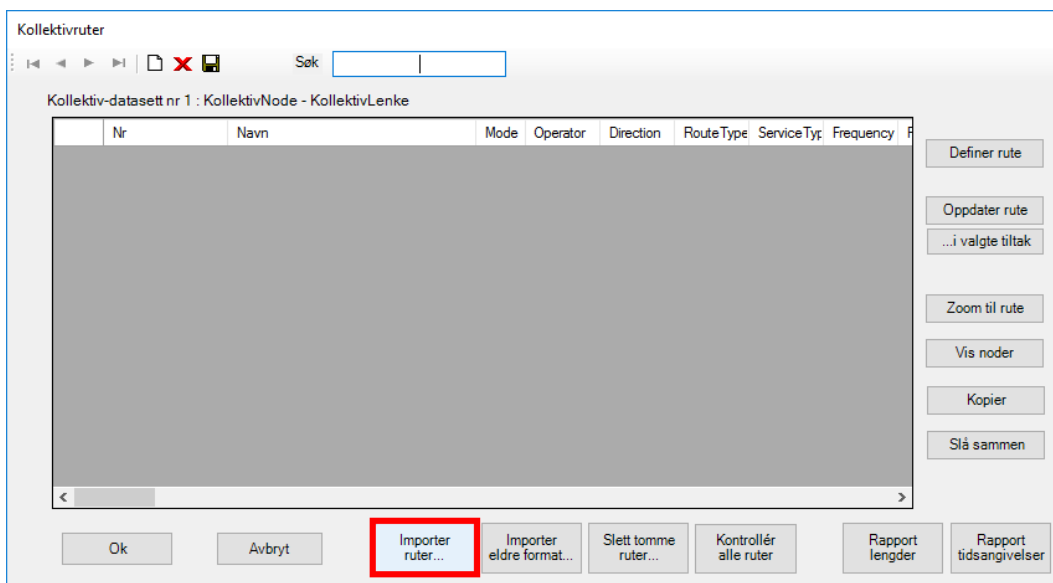
7 Import av kollektivruter med TNEExt

Den nye geodatabasen importeres i TNEExt ved å trykke på 'Vedlikehold kollektivruter' knappen:



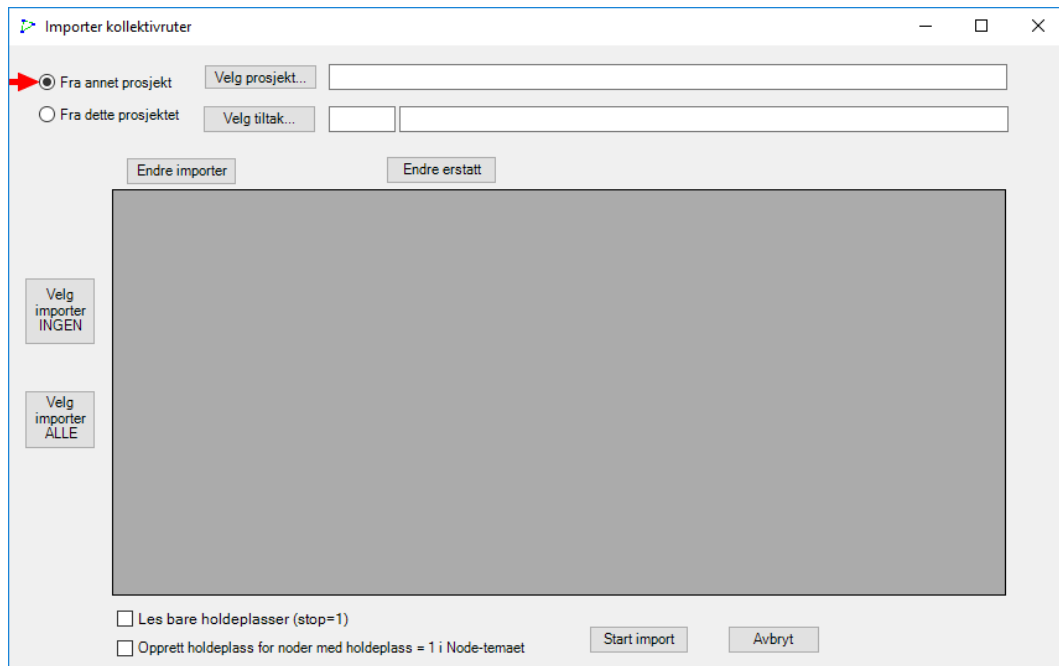
Figur 17 - Vedlikehold kollektivruter

Trykk på 'Importer ruter...' knappen i dialogvinduet Kollektivruter:



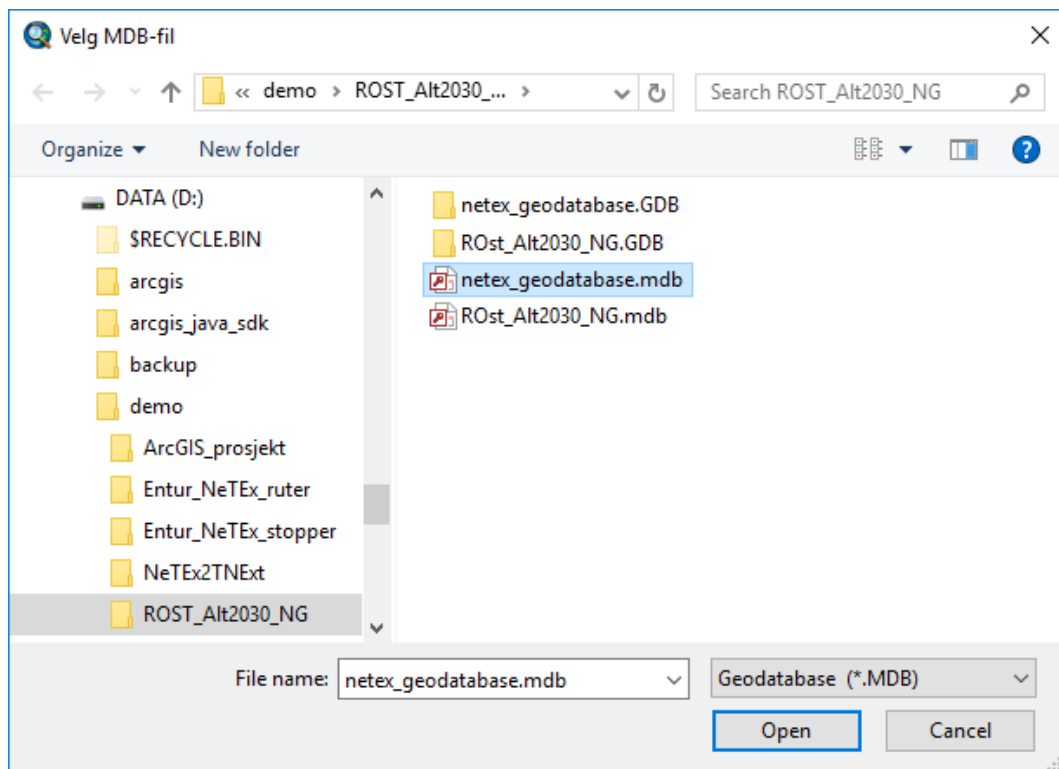
Figur 18 – Dialogvinduet Kollektivruter

Deretter må brukeren velge 'Fra annet prosjekt':



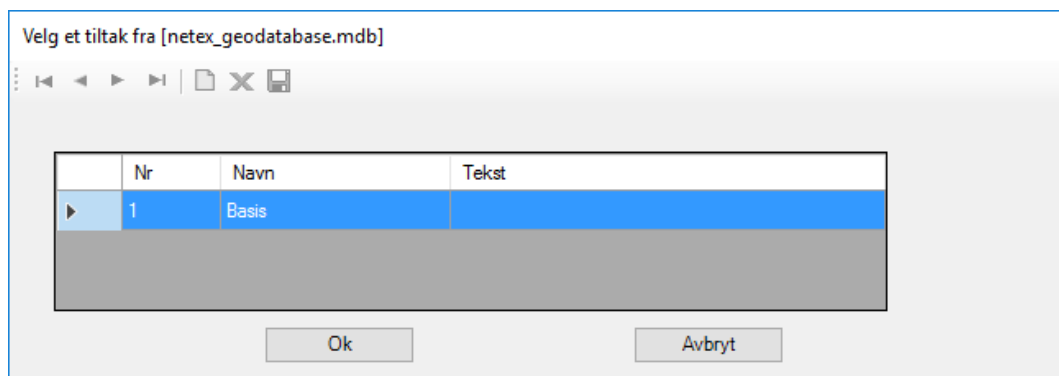
Figur 19 - Importering av geodatabase fra et annet prosjekt

Da åpnes et nytt vindu hvor brukeren må bla til den nye geodatabasen:



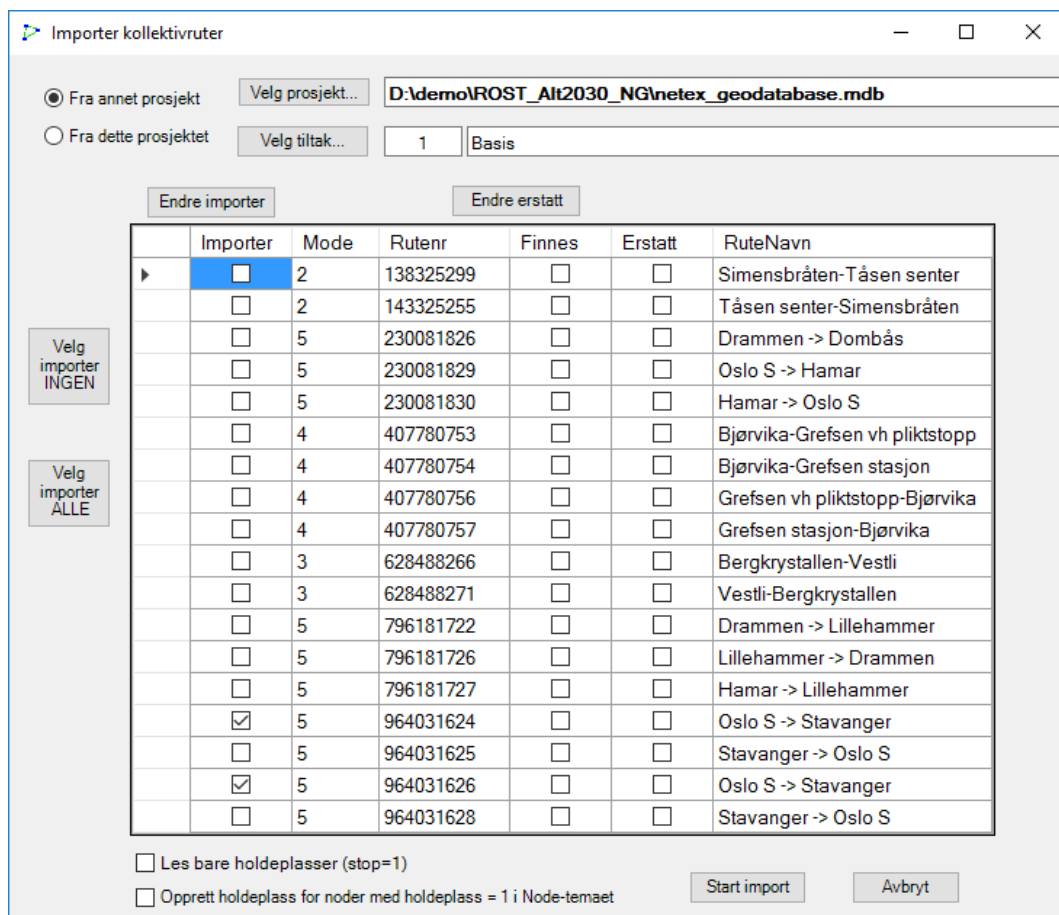
Figur 20 - Den nye geodatabasen velges

Når geodatabasen har blitt valgt, må riktig tiltak velges:



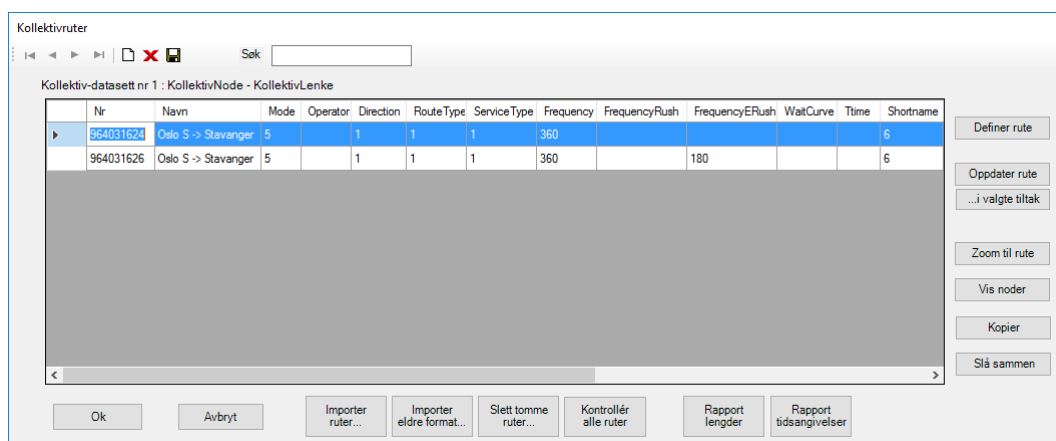
Figur 21 - Valg av tiltak

Kollektivruter med ulike stoppmønstre vises i lista. Brukeren velger de rutene som skal importeres (kan også bruke knappene 'Velg importer INGEN' og 'Velg importer ALLE') og trykker på 'Start import' knappen:



Figur 22 - Kollektivruter med ulike stoppmønstre vises i lista

De valgte rutene ligger nå i TNExt og kan manuelt redigeres som vanlig.



Figur 23 - Ruter importert i TNExt

I NeTEx2TNExt v1.0 er RuteID automatisk generert av applikasjonen. En unik RuteID med oppbygging som tidligere definert i kodeveilederen for TNExt er foreløpig ikke implementert i applikasjonen, pga. tekniske utfordringer (heltall brukes i TNExt men bokstaver, sifre og spesialtegn brukes i NeTEx rutedataene for ruteID). I datafeltet 'Shortname' i NeTEx-geodatabasen er det importert 'PublicCode' eller 'PrivateCode' fra NeTEx rutedataene som normalt er rutenummer slik man kjenner igjen fra rutetabellene. Sammen med rutenavnet importert i datafeltet 'Navn' vil man kunne identifisere rutene.

8 Kvalitetskontroll

TNExt har funksjoner som rapporterer lengden og tidsbruk på rutene. Basert på dette kan man enkelt regne ut gjennomsnittlig hastighet for ruten, og ved det luke ut noen åpenbare feil i datasettene.

Loggen fra NeTEx2TNExt er et viktig verktøy for kvalitetskontroll, og inneholder nyttig informasjon, f.eks.

- oversikt og rapportering av leste filer
- rapportering av forkastet ruter (JourneyPatterns) og grunnen til forkastingen
- identifisering av uheldige nettverkskodinger

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no