

Berechnung verschiedener Erreichbarkeitsindikatoren für den Ostseeraum

mit ArcGIS Network Analyst



Carsten Schürmann (RRG)

14. Deutschsprachige ESRI Anwenderkonferenz

15.-17. April 2008

Forum am Deutschen Museum, München

- Erreichbarkeitsindikatoren - Begriffsbestimmungen
- Tools in ArcGIS
- Traditioneller Ansatz vs. Rasteransatz
- Gegenüberstellung verschiedener Implementierungen
- Beispiele Ostseeraum (Rasteransatz)
- Zusammenfassung

Erreichbarkeitsindikatoren - Begriffsbestimmungen

Erreichbarkeit ist das maßgebliche **Produkt** eines Verkehrssystems. Sie bestimmt insbesondere die **Lagevorteile** eines Standortes.

Erreichbarkeitsindikatoren können **intra-regionale** Infrastrukturen wie auch **inter-regionale** Infrastrukturen messen, die von außen auf einen Standort einwirken.

Erreichbarkeitsindikatoren reichen von **einfachen Ausstattungskennziffern** bis hin zu **komplexen Indikatoren**, die die **Verbindungsqualität** und die **Zielaktivitäten** mit einbeziehen.



Tools in ArcGIS

ESRI Tools zur Berechnung v. Erreichbarkeiten



ArcGIS
Network Analyst

ArcInfo Workstation
Network Extension

Route

Path

Closest Facility

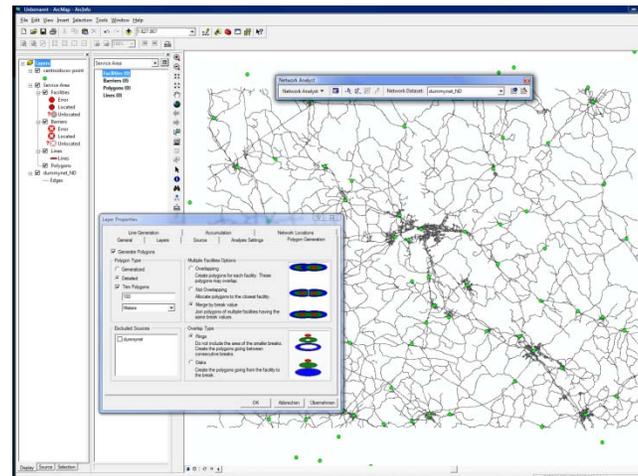
Allocate

OD Cost Matrix

Nodedistance

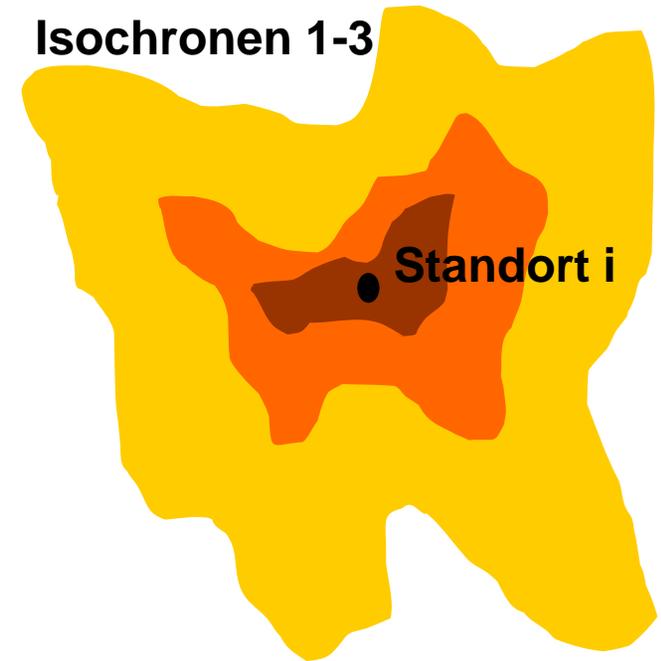
Service Area

Accessibility
Interaction



Traditioneller Ansatz vs. Rasteransatz

- **Begrenzte** (geringe) Zahl an Startpunkten
- **Begrenzte** (geringe) Zahl an Zielen
- **feste Vorgaben** von Zeit- oder Kostenbudgets
- Ergebnis: **Einzugsbereiche** bzw. **Zeit-/Kostenmatrizen**
- keine interne **Differenzierung** der Isochronen
- **minimierte Matrizen**



Standort i	Ziel j	Zeit/Kosten
1	2	230
1	3	427
1	4	156

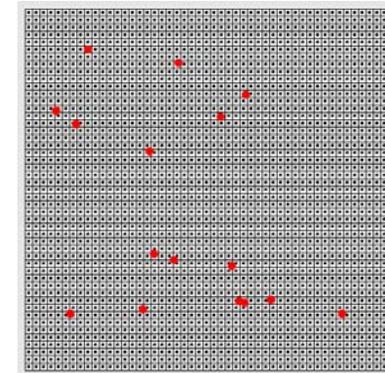
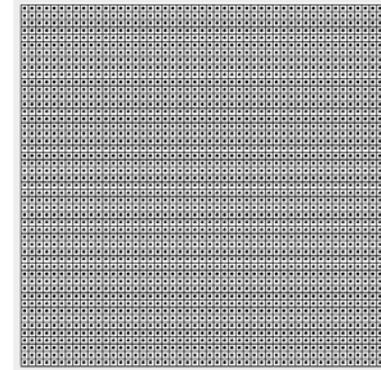
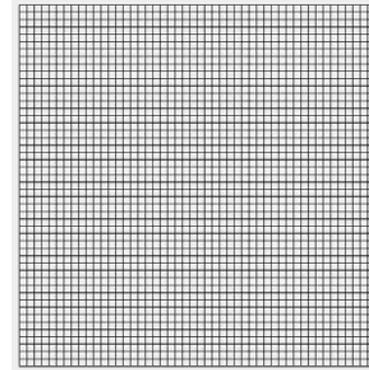
Vorteile

- rasche Implementierung
- schnelle Berechnung
- klare Begrenzung d. Einzugsbereiche
- reduzierte Matrizen
- geringe Anforderungen an Daten

Nachteile

- geringe Flexibilität
- Keine flächendeckenden Ergebnisse
- keine vollständigen Matrizen
- keine Kontrolle über ‚Netzzugänge‘
- geringe Kontrolle über Abgrenzung der Isochronen
- keine interne Differenzierung der Isochronen

- nahezu **unbegrenzte** (sehr hohe) Zahl an Startpunkten (=Rasterzellen)
- **hohe** Zahl an Zielen
- **keine Vorgaben** von Zeit- oder Kostenbudgets
- Ergebnis: **Einzugsbereiche** bzw. **Zeit-/Kostenmatrizen**
- **interne Differenzierung** der Isochronen



Erreichbarkeitsoberflächen



Vorteile

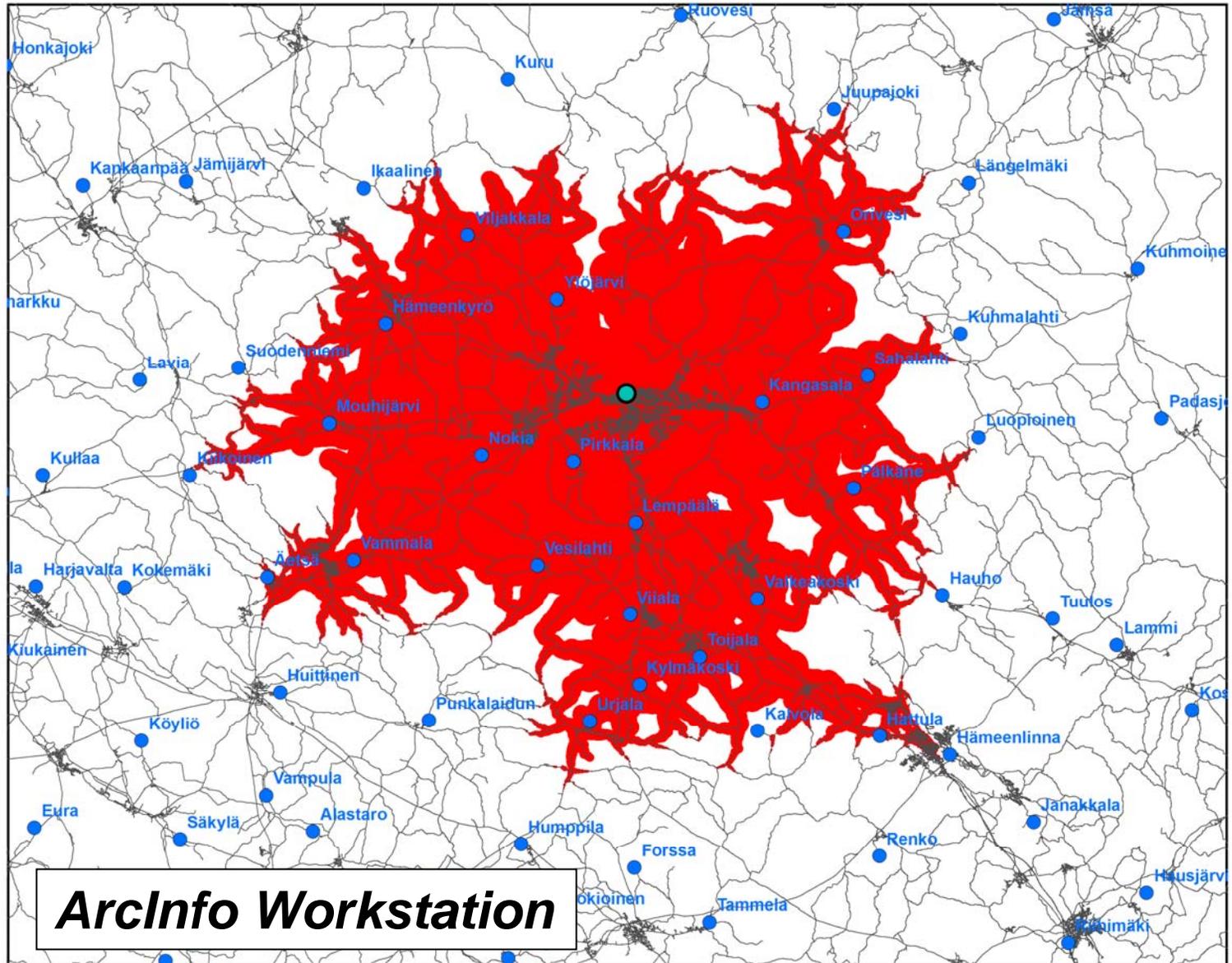
- hohe Flexibilität
- größere Kontrolle über relevante Parameter (z.B. Netzzugänge)
- flächendeckende Ergebnisse
- vollständige Matrizen
- interne Differenzierungen
- Möglichkeiten zu beliebigen Aggregationen

Nachteile

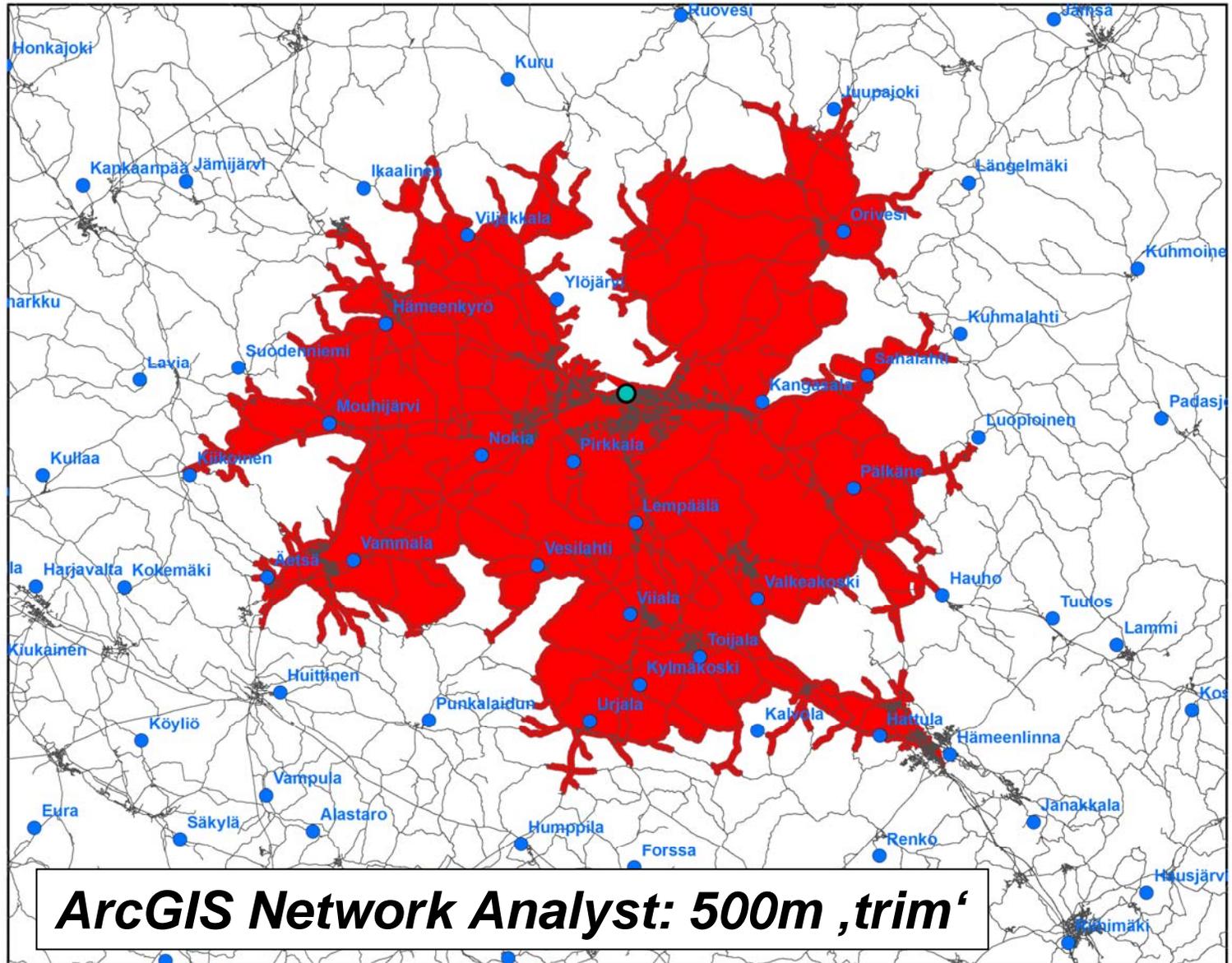
- komplexe Implementierung
- lange Berechnungsdauer
- keine ‚exakten‘ Einzugsbereiche
- große erzeugte Datenmengen
- Notwendigkeit der Programmierung

Gegenüberstellung verschiedener Implementierungen

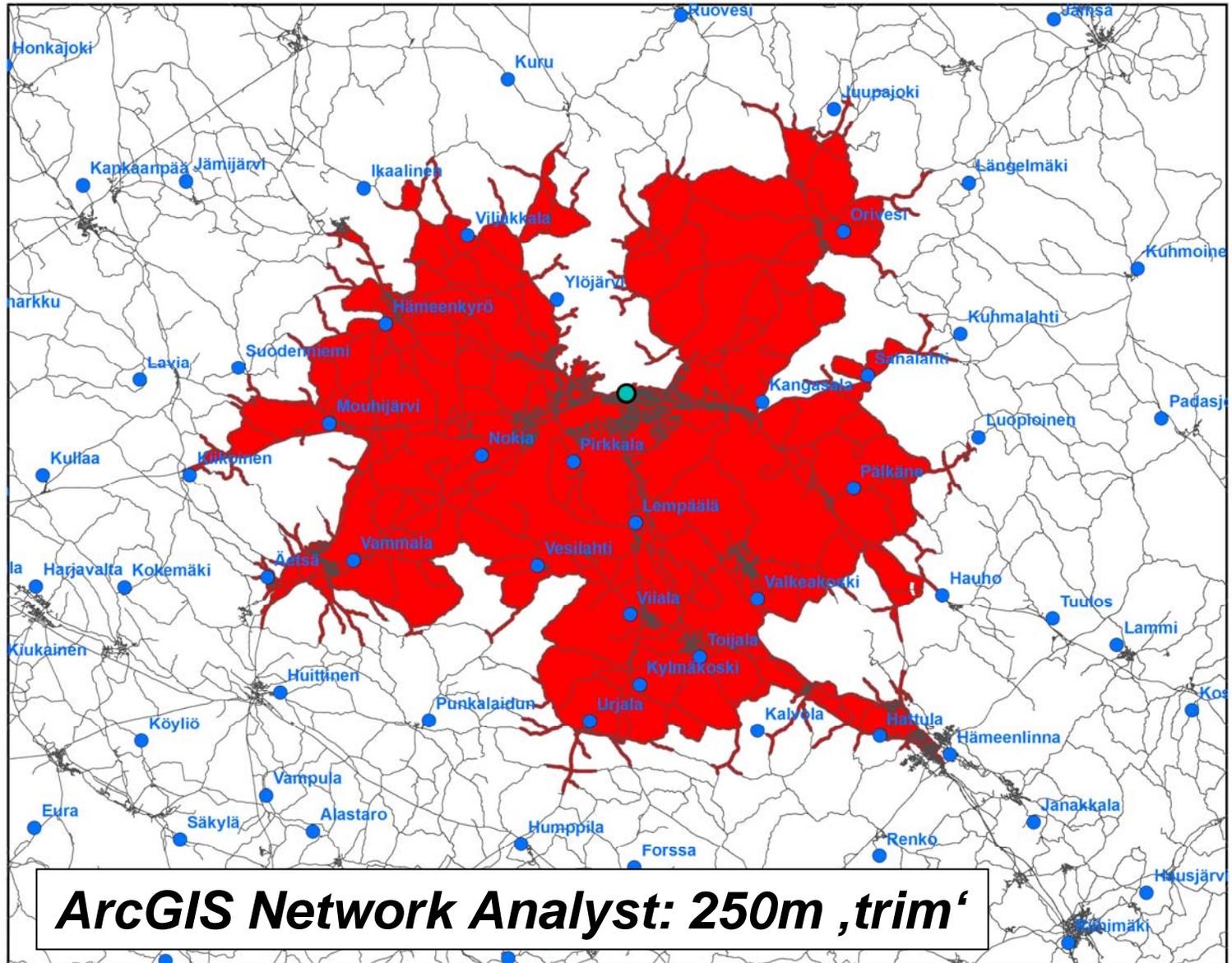
Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland



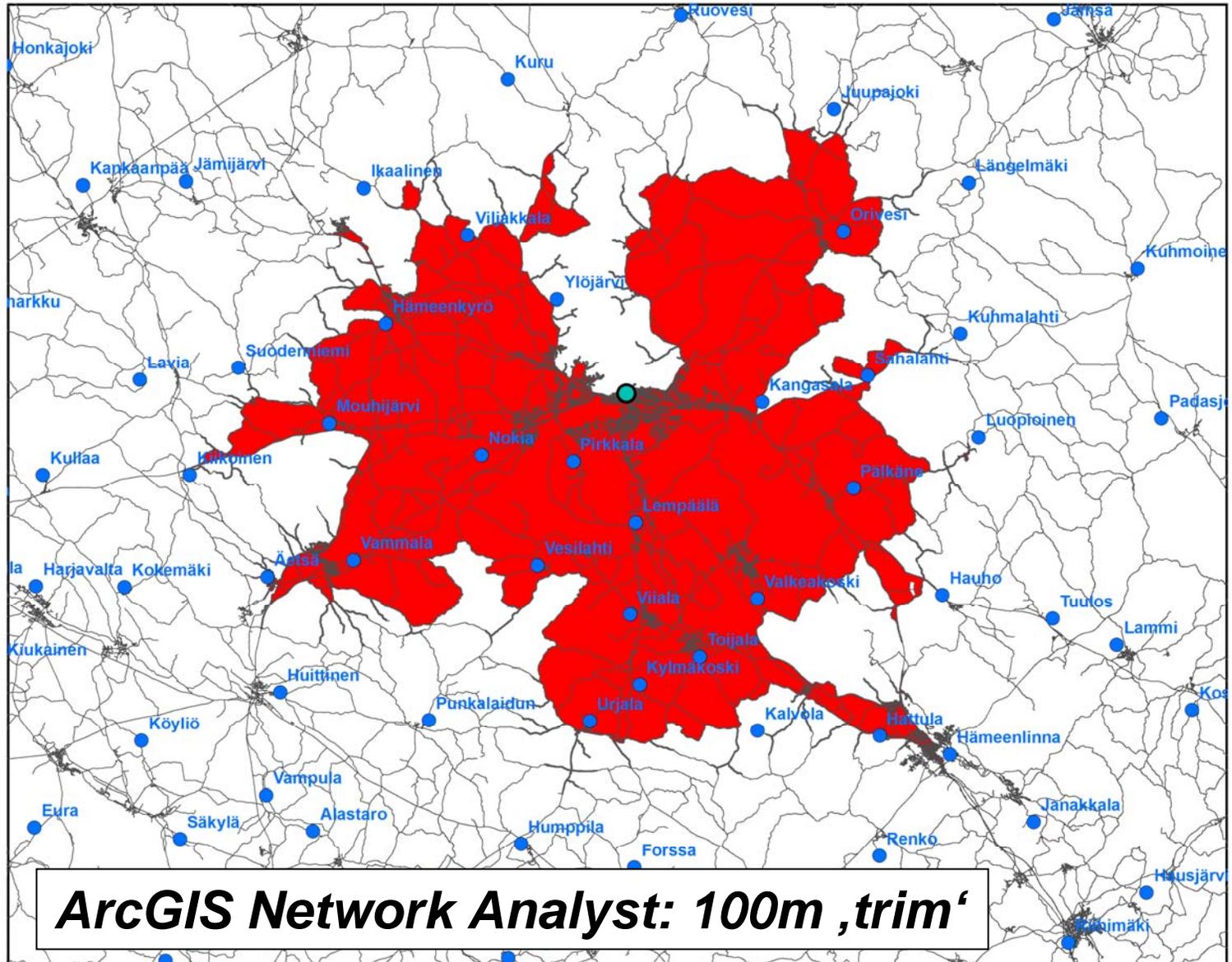
Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland



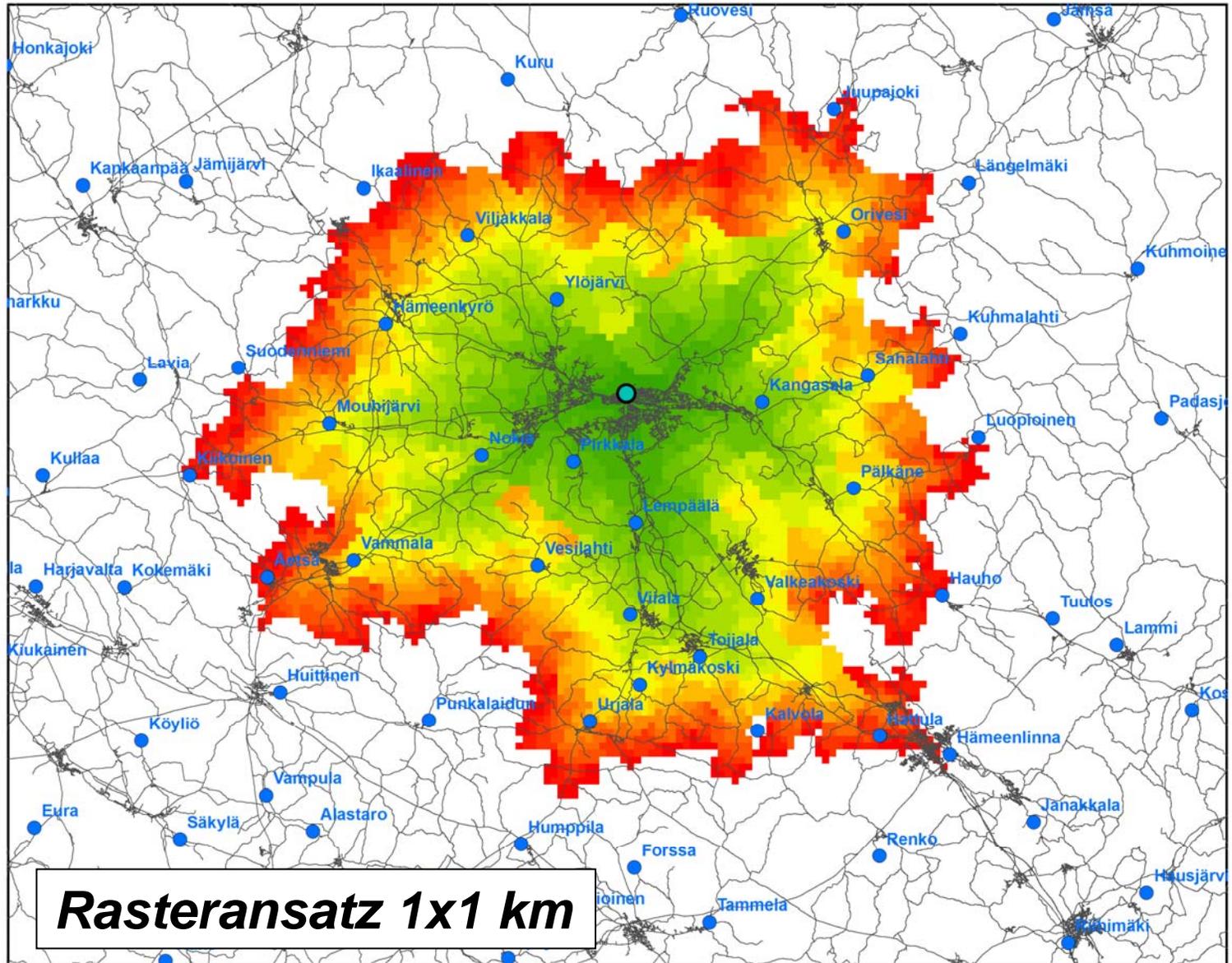
Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland



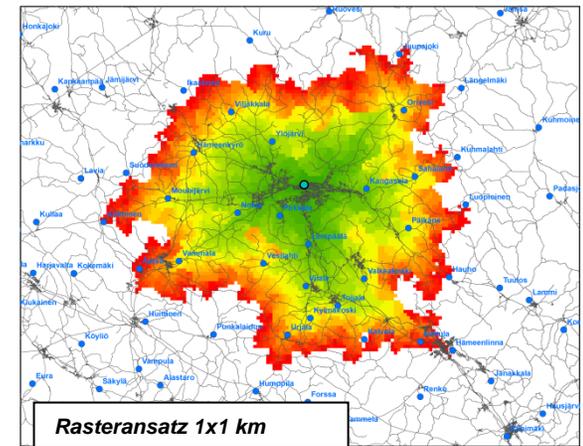
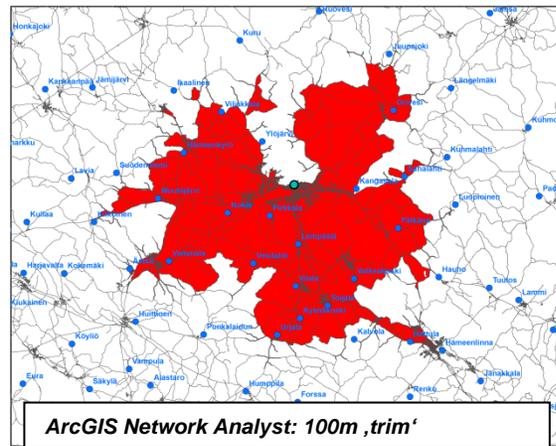
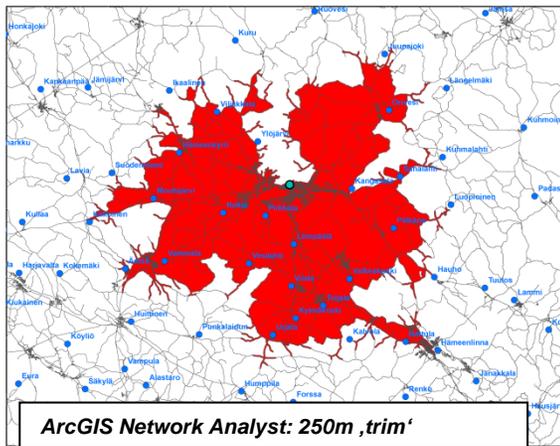
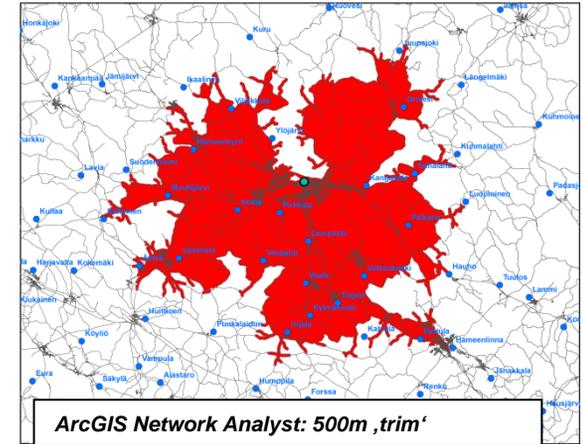
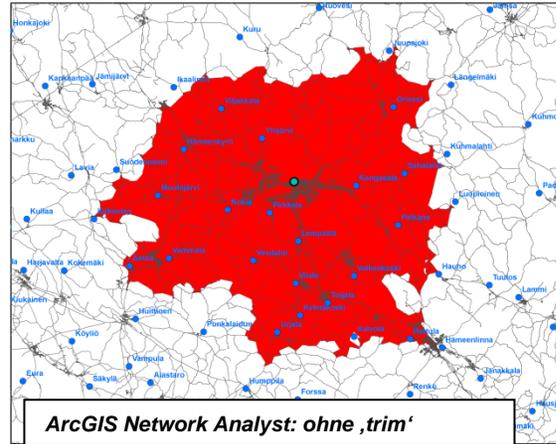
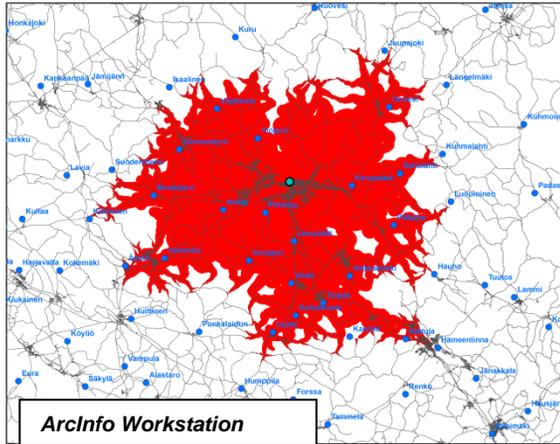
Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland



Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland

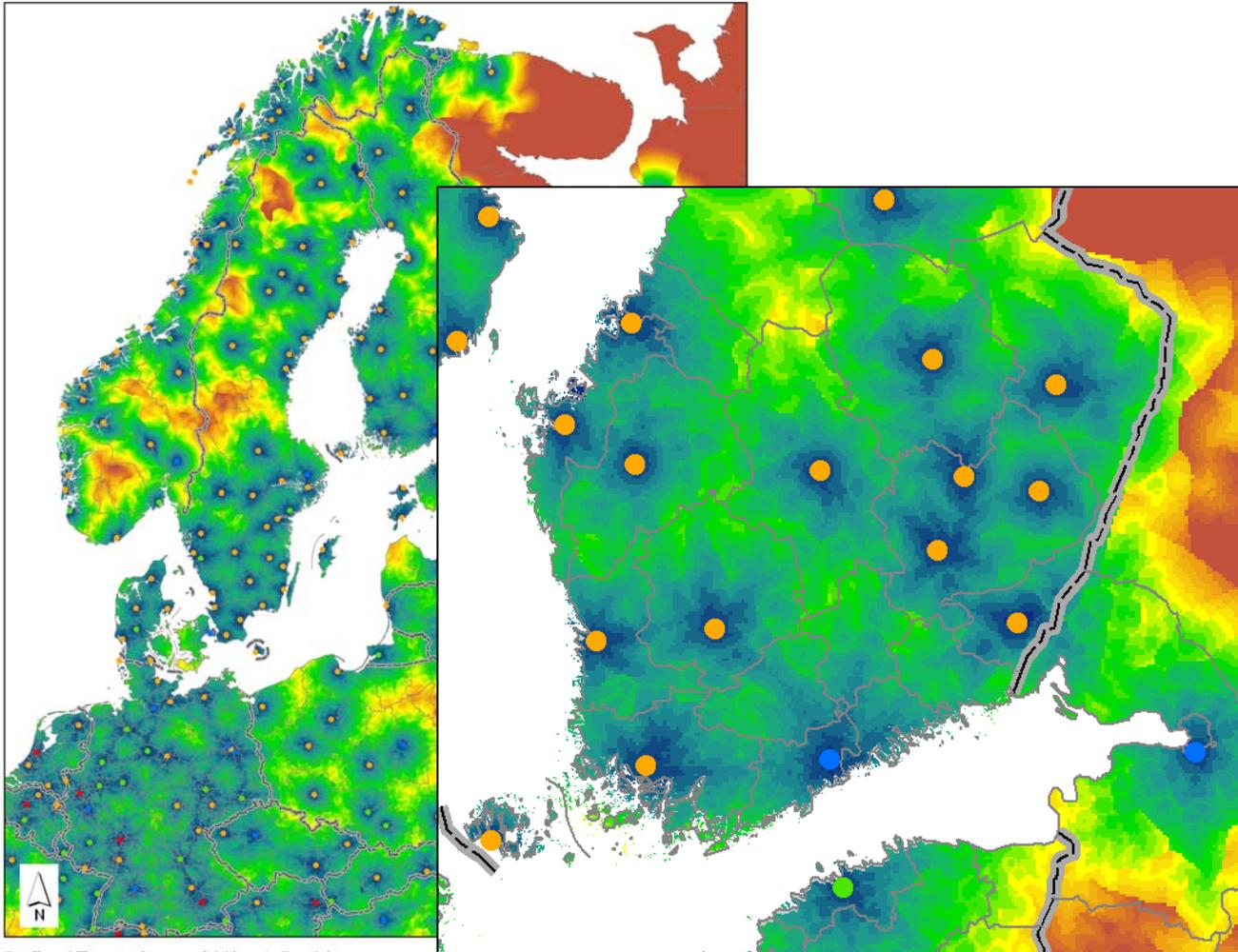


Bsp: 45 min Einzugsbereich Tampere, Finnland

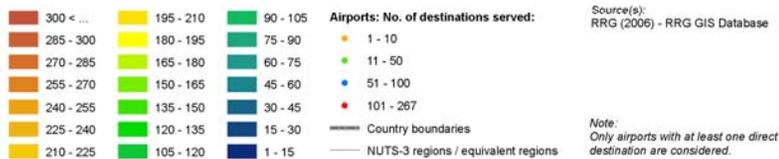


Beispiele Ostseeraum (Rasteransatz)

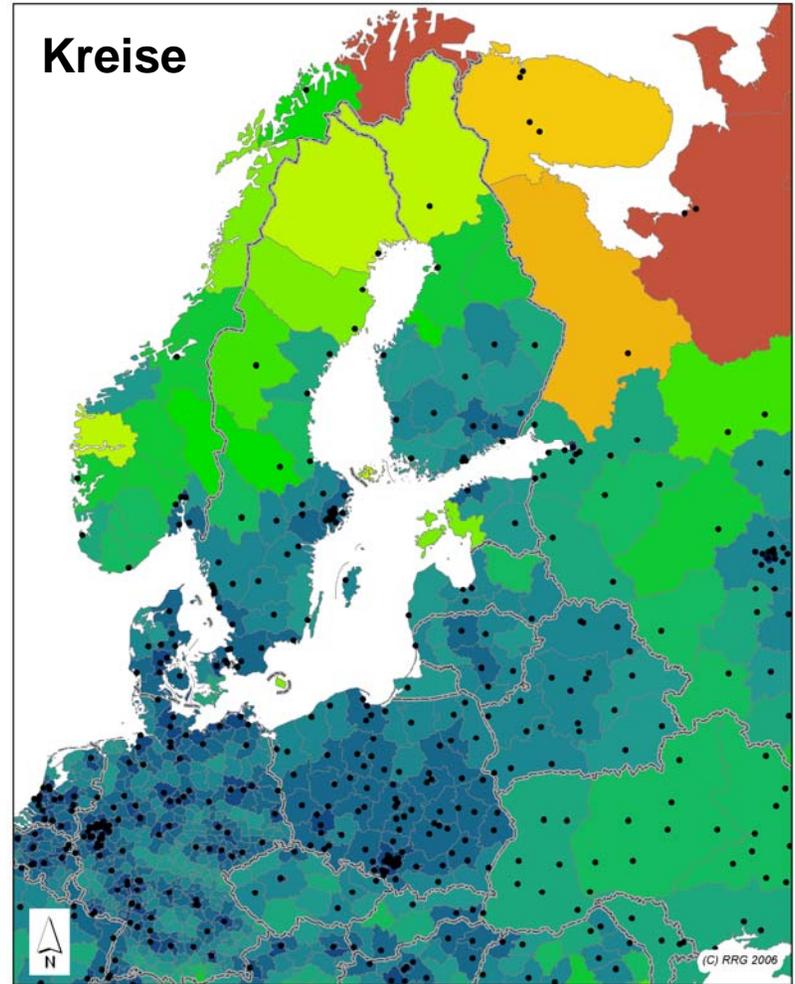
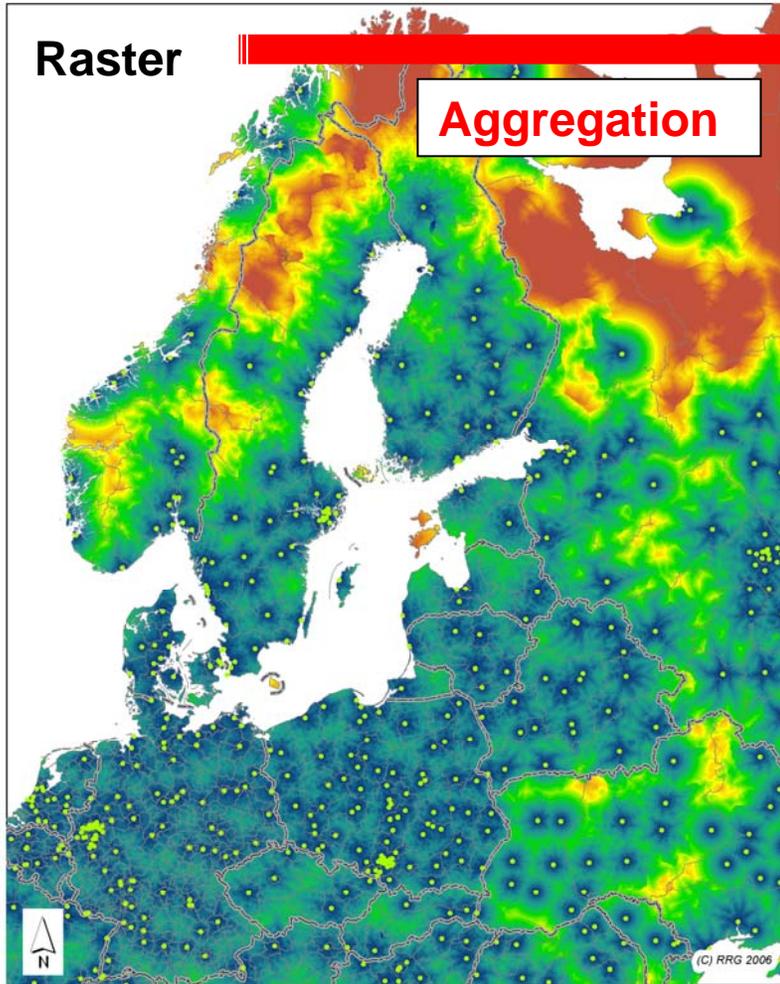
Reisezeiten zu Flughäfen



Car Travel Times to Commercial Airports (in min)



Reisezeiten zu großen Städten



Car Travel Times to Large Cities (in min)

300 < ...	195 - 210	90 - 105	• Cities
285 - 300	180 - 195	75 - 90	— Country boundaries
270 - 285	165 - 180	60 - 75	— NUTS-3 regions / equivalent regions
255 - 270	150 - 165	45 - 60	
240 - 255	135 - 150	30 - 45	
225 - 240	120 - 135	15 - 30	
210 - 225	105 - 120	1 - 15	

Source(s):
RRG (2006) - RRG GIS Database

Note:
In BSR: all cities > 50,000 inhabitants plus cities with facilities for higher education (universities, polytechnics)
Outside BSR: all cities > 100,000 inhabitants

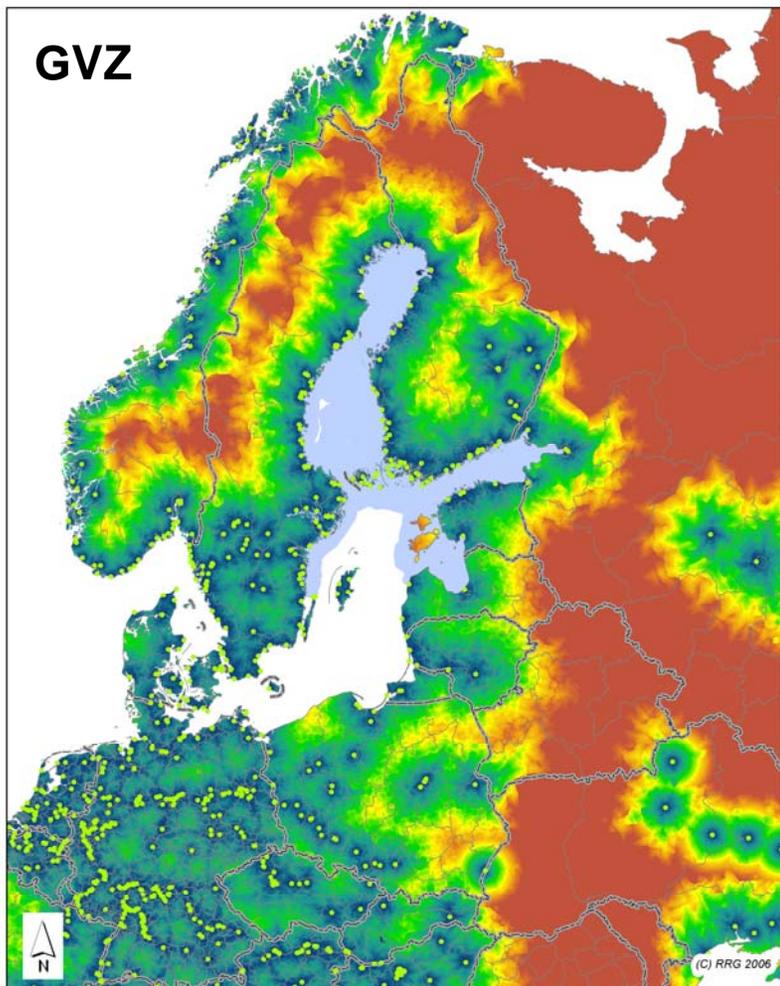
Car Travel Times to Large Cities (NUTS-3) (in min)

300 < ...	195 - 210	90 - 105	• City
285 - 300	180 - 195	75 - 90	— Country boundaries
270 - 285	165 - 180	60 - 75	— NUTS-3 regions / equivalent regions
255 - 270	150 - 165	45 - 60	
240 - 255	135 - 150	30 - 45	
225 - 240	120 - 135	15 - 30	
210 - 225	105 - 120	1 - 15	

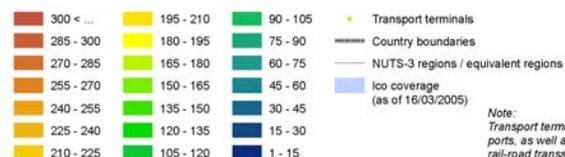
Source(s):
RRG (2006) - RRG GIS Database

Note:
NUTS-3 travel time calculated as average over NUTS-3 region raster cells.
In BSR: all cities > 50,000 inhabitants plus cities with facilities for higher education (universities, polytechnics)
Outside BSR: all cities > 100,000 inhabitants

Reisezeiten zu GVZ / Bahnhöfen

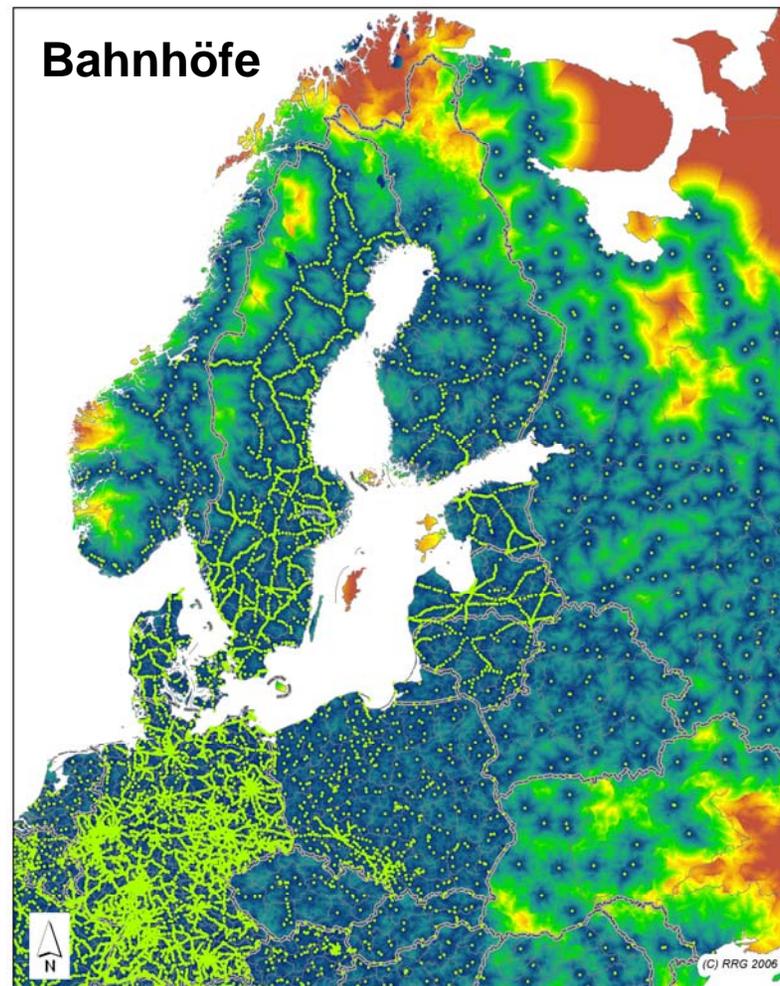


Lorry Travel Times to Transport Terminals (in min)

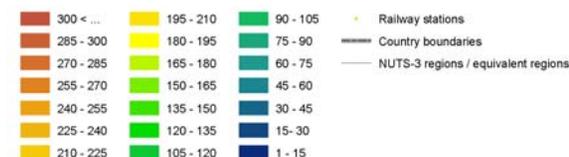


Source(s):
RRG (2006), UIRR (2006),
DUSS (2006), Finnish
Institute of Marine
Research (2005)

Note:
Transport terminals represented by seaports and inland
ports, as well as selected container terminals and
rail-road transshipment terminals.

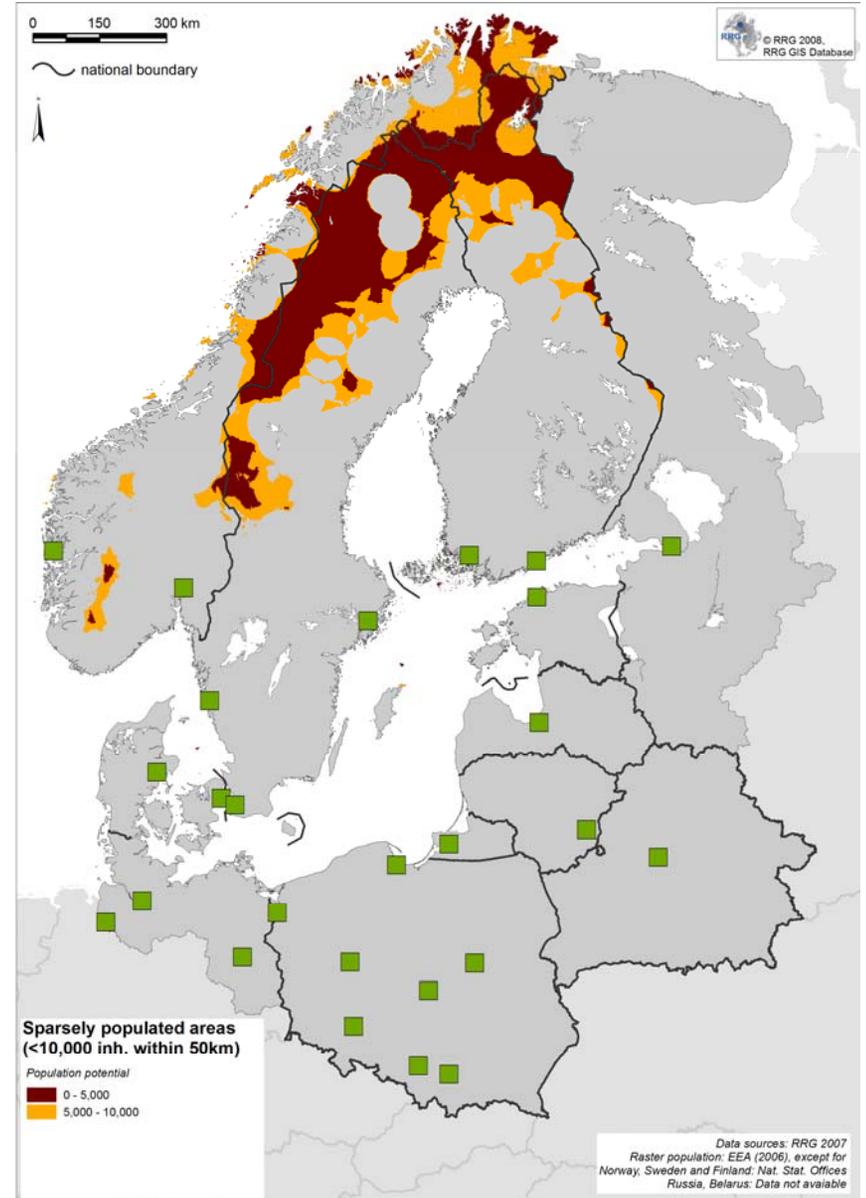
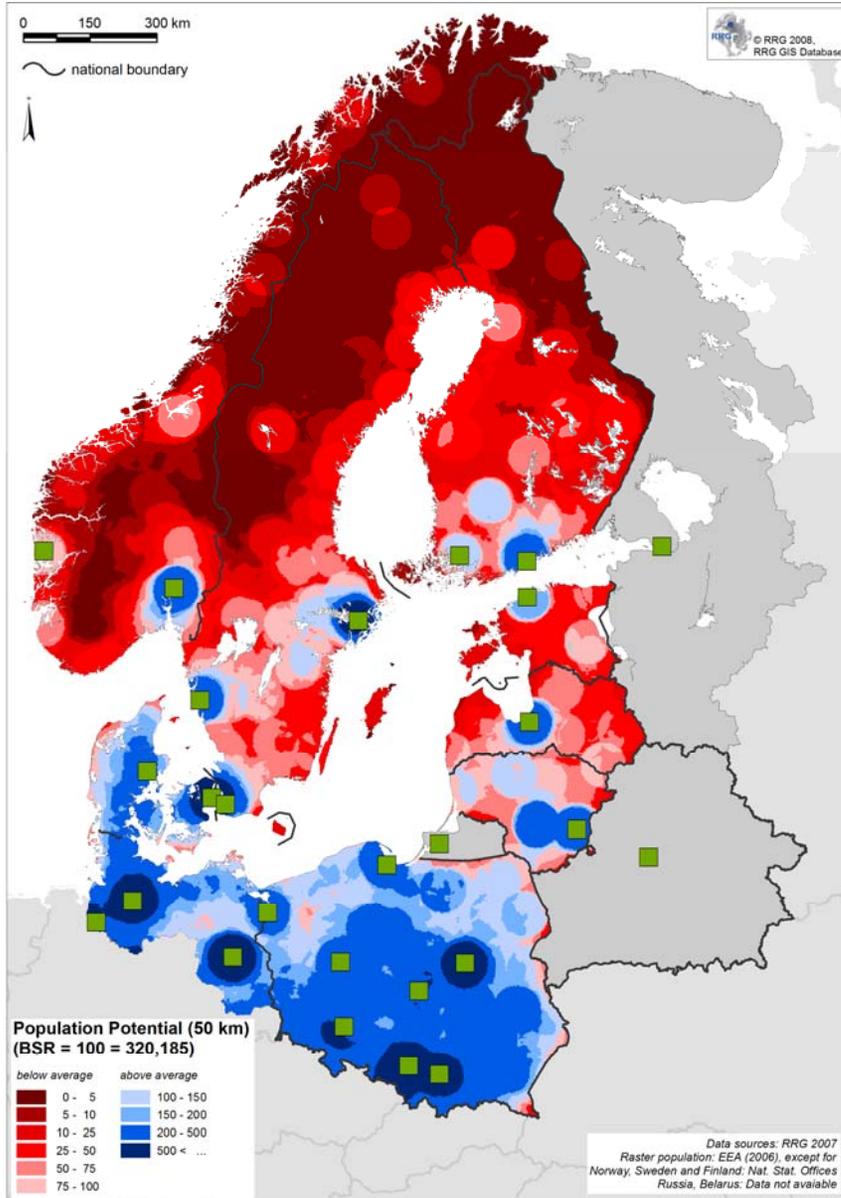


Car Travel Times to Rail Stations (in min)

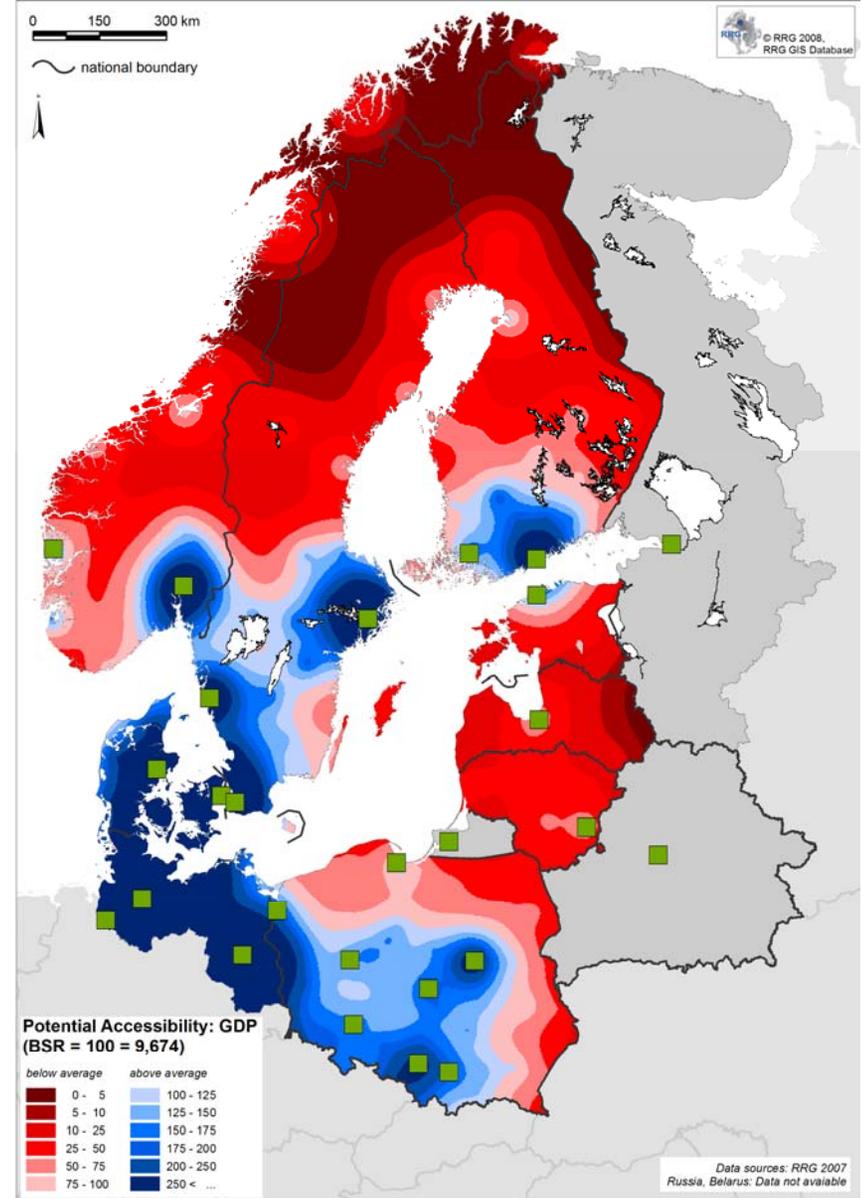
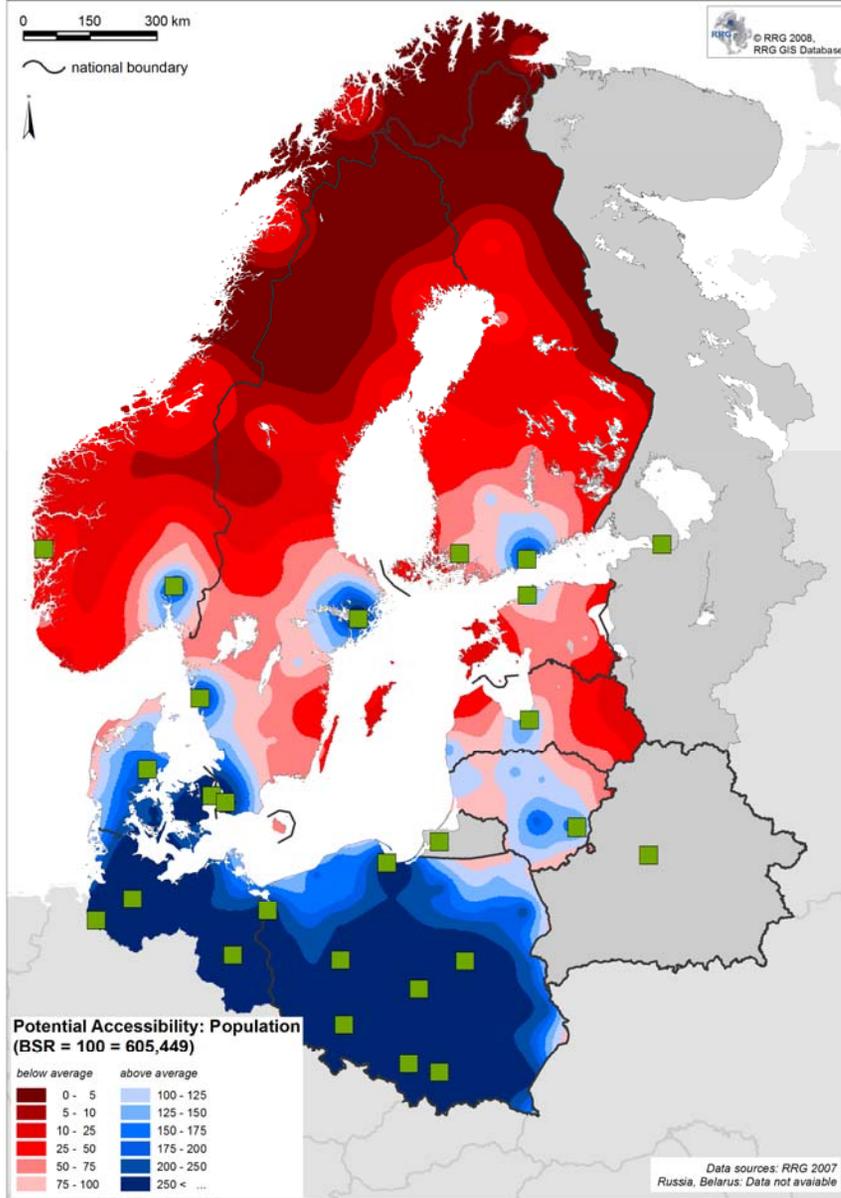


Source(s):
RRG (2006) - RRG GIS Database

Bevölkerungspotenzial (50 km)



Potenzielle Erreichbarkeit: Bevölkerung & BIP



Road Connectivity between Labour Market Centres



Connectivity of Centroids in the Nordic Countries

Source:
RRG (2007) - RRG Accessibility model

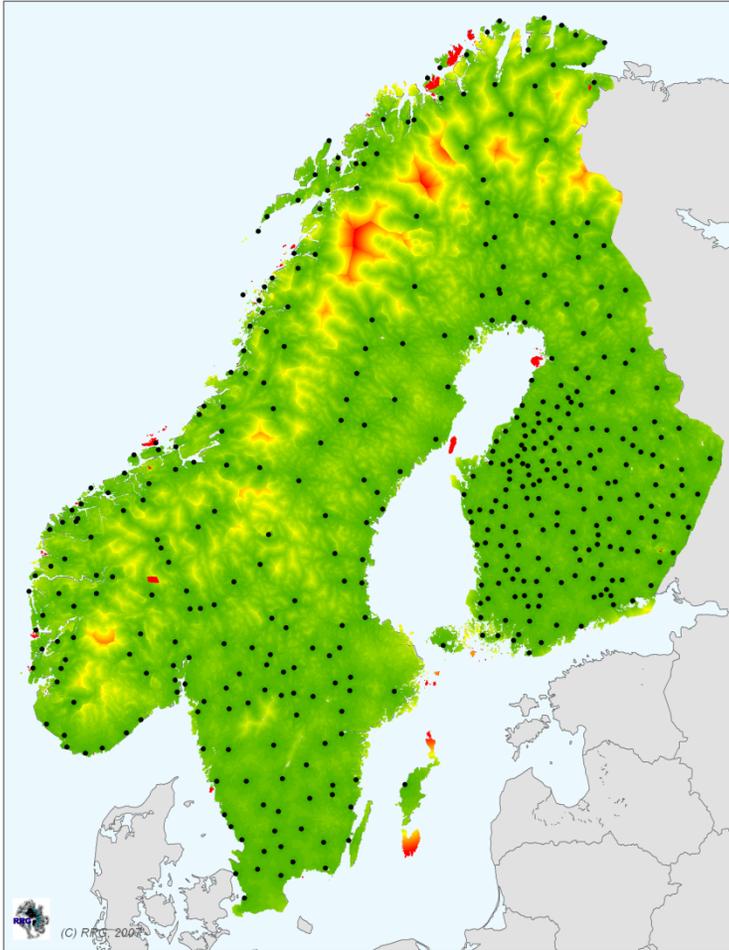
- < 2 h
- 2 - 3 h
- 3 - 5 h
- Centroids (Type 1=unique labour market centres)

Note:
Only connections shown with a
travel time of less than 5 hours
between all centroids of Type 1
(=unique labour market centres).

Data sources:



Labour Market Areas in the Nordic Countries



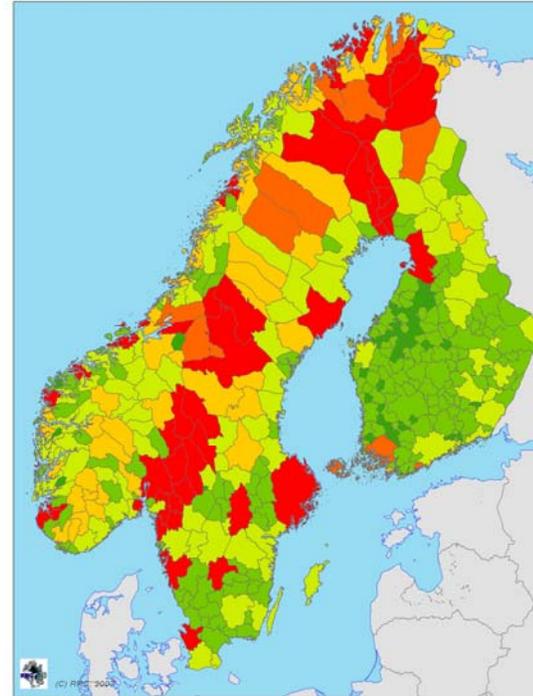
Car travel time to next labour market center (Typ 1)

0 15 300

- Labour Market Center (Typ 1)



Labour Market Areas in the Nordic Countries

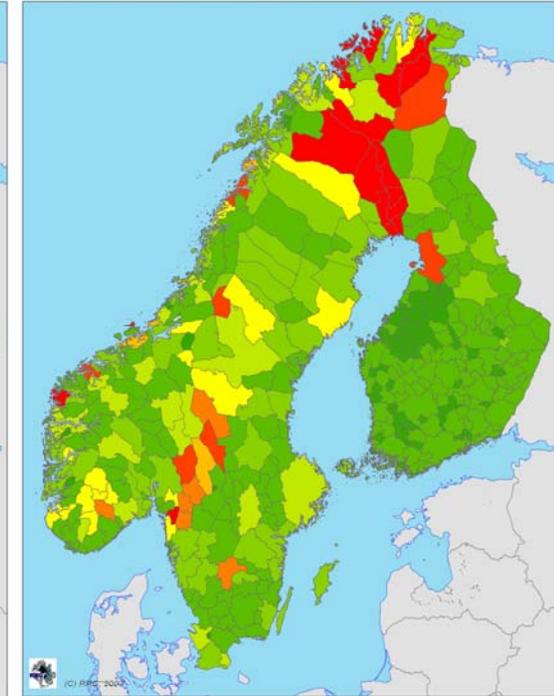


Maximum car travel time to next labour market center (Type 1)



maximale Fahrzeit

Labour Market Areas in the Nordic Countries



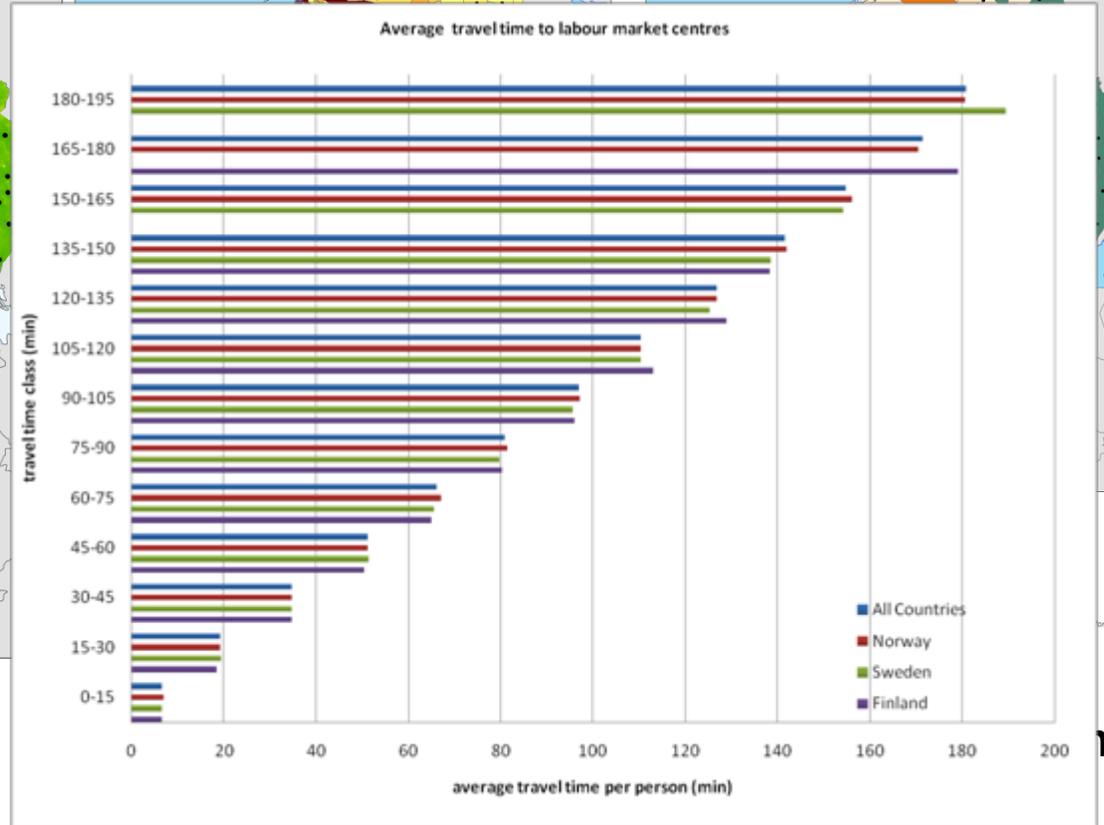
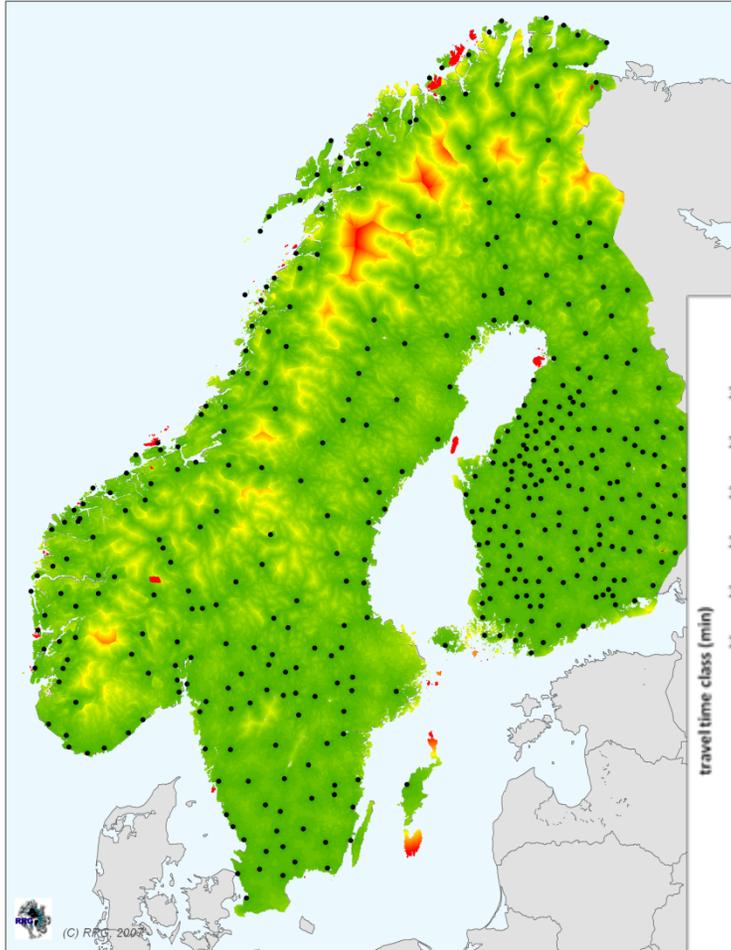
Average car travel time to next labour market center (Type 1)



durchschn. Fahrzeit

Data sources: EEA for grid system

Labour Market Areas in the Nordic Countries

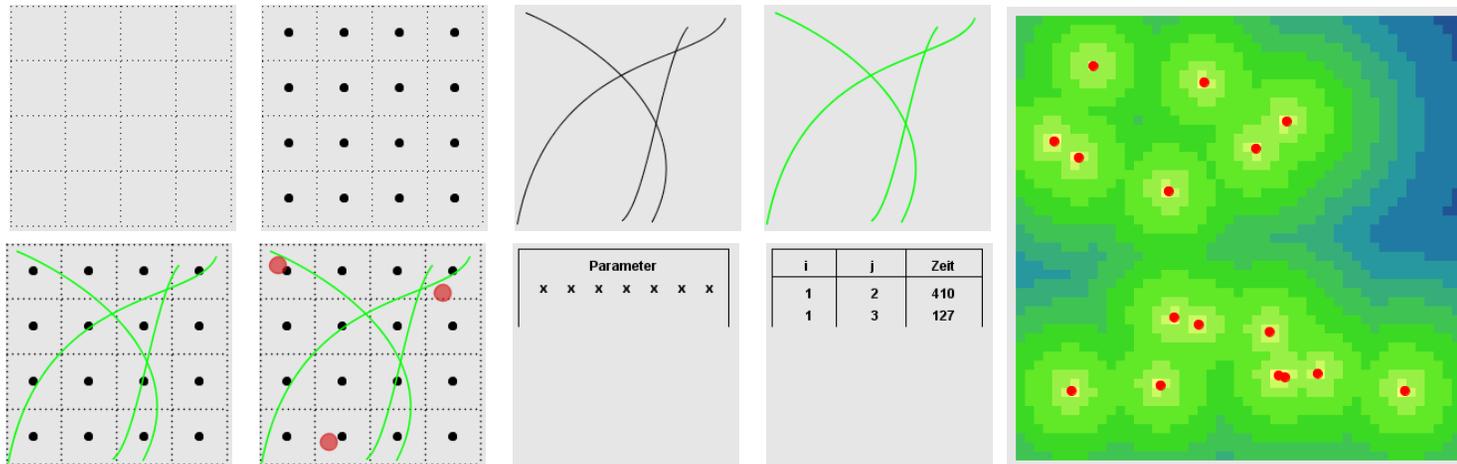


Data sources: EEA for grid system

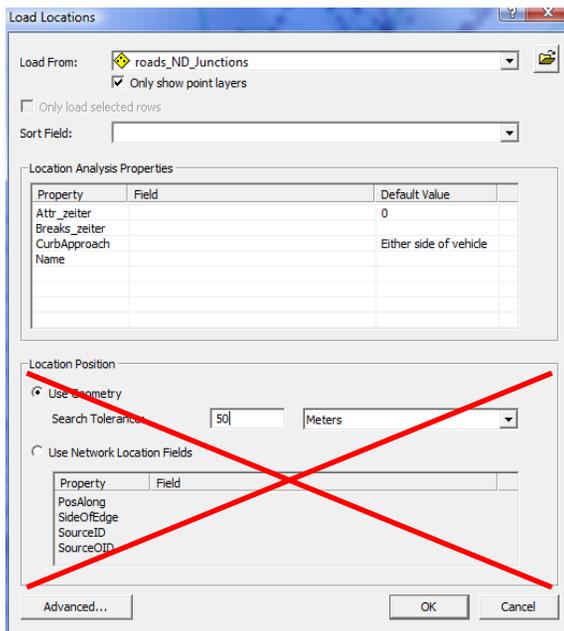
an Regionsbev.

Zusammenfassung

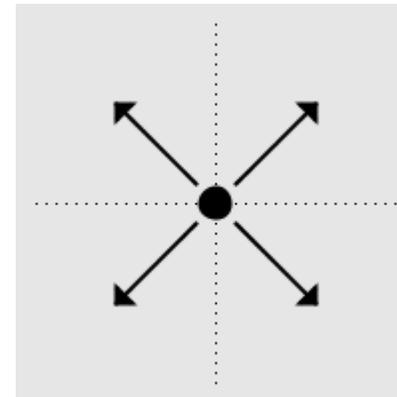
1. Erzeugung **Rastersystem** („Zellen“, Polygone, wichtig: ID)
2. Erzeugung eines **Punktlayers** der Zellmittelpunkte (Ids!)
3. Gegebenenfalls **Aufbereitung der Verkehrsnetze**
4. Erzeugen des **Network Datasets**
5. Laden der Rasterpunkte als ‚**Origins**‘
6. Laden der **Ziele** („destinations“)
7. Angabe der **Parameter** für den OD Matrix Solver
- 8. Berechnung der Matrix**
- 9. Visualisierung** („join“ Matrix mit Rasterpolygonen)



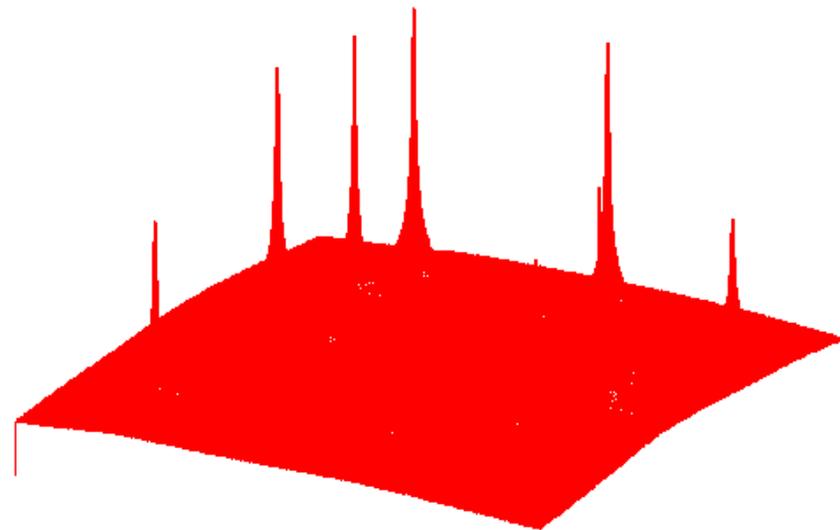
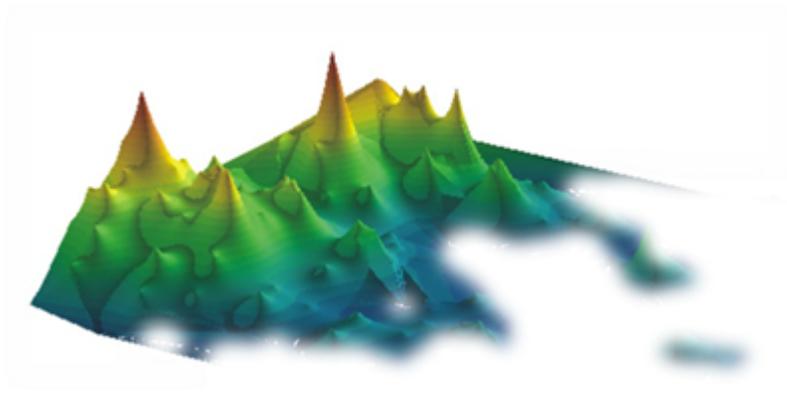
- Kontrolle der **Zuweisung** der Origins/Destinations zu **Netzknoten** (nicht automatisiert durch Network Analyst)
- **mehrere Zugänge** der Rasterzellen zum Verkehrsnetz (Bsp: ÖPNV, Flughäfen)



programmatisch, z.B. nach Himmelsrichtungen (ÖV-Netze)



- einfache Implementierung von **Barrieren** u. **auszusparenden Gebieten**
- **größere Kontrolle** über relevante **Parameter** (z.B. Netzzugang, ‚trimming‘ etc.)
- **Aggregation** der Rasterergebnisse zu beliebigen Einheiten inkl. der Analyse **intra-regionaler Differenzen**
- Innovative **Visualisierungen** der **Erreichbarkeitsoberflächen**



■ *lange Rechenzeiten*

- je nach Auflösung u.U. **Probleme** mit **RAM** (ArcGIS u. Workstation)
- **temporäre / finale Dateien** u.U. **> 4 GB** (=Probleme OS)
- nicht **vollständige Matrix** auf einmal rechnen (**Überspeicherungen**), sondern **aufteilen** (Beschleunigungen)
- dennoch: **Möglichkeit** auch **hohe Auflösungen** zu rechnen.
Bsp. Ostseeraum: 2,5x2,5 km, ~ 2,5 Mio Zellen,
Strassennetz > 3 Mio Kanten

- momentan kann **Service Area Solver** unter ArcGIS **nicht empfohlen** werden
- stattdessen: **OD Matrix Solver** auf **Rasterbasis** mit Rasterzellen als Origins und Städten/Einrichtungen als Ziele
- Wunsch an ESRI:
 - Implementierung der im Vergleich zu AI Workstation noch **fehlender Funktionen** (Accessibility, Interaction)
 - mehr **Flexibilität** mit weiteren **Parametereinstellungen**
 - Einlesen von **Fahrplänen / ÖV-Funktionalitäten**
 - **Verbesserungen** bei der **Isochronenerzeugung** (z.B. ‚break lines‘, detailliertere Interpolationen bei parallelen Verkehrswegen, ‚Inseln in ÖV‘-Netzen)

Carsten Schürmann, Dipl.-Ing.

Büro für Raumforschung, Raumplanung und Geoinformation (RRG)

Eichenweg 16

23758 Oldenburg i.H.

Deutschland

Tel. +49 4361 508 777

Fax +49 4361 508 779

Email: cs@brrg.de

Web: www.brrg.de

Informationen zur verwendeten Datenbasis:

RRG GIS Database

www.brrg.de/database.php?language=de