



Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής
Σχολή Αγρονόμων - Τοπογράφων Μηχανικών

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΟΜΒΩΝ

Β. Ψαριανός

Ακαδ. Έτος 2005-2006



Ισόπεδοι Κόμβοι





Ατυχήματα σε Κόμβους (ΗΠΑ)

<i>Έτος</i>	<i>Αστικοί</i>	<i>Υπερ-αστικοί</i>
<i>1968</i>	<i>41%</i>	<i>27%</i>
<i>1988</i>	<i>55%</i>	<i>32%</i>



Ατυχήματα σε Κόμβους (ΗΠΑ)

- In 1999...
 - 25% of fatal crashes,
 - 50% of injury crashes, and
 - almost 50% of pedestrian injuries...
- ...were intersection-related.





Θανατηφόρα Ατυχήματα (ΗΠΑ)

Έτος	Αστικοί	Υπερ-αστικοί
1968	39%	17%
1988	28%	16%



Δείκτης Ατυχημάτων ανά Τύπο Κόμβου σε Υπεραστικές Οδούς

<i>Intersection Type</i>	<i>Total No.</i>	<i>Avg. Acc. Rate</i>
<i>4-Way</i>	<i>1517</i>	<i>1.35</i>
<i>T-Type</i>	<i>373</i>	<i>0.80</i>
<i>Y-Type</i>	<i>127</i>	<i>1.22</i>
<i>Offset</i>	<i>54</i>	<i>0.58</i>



Δείκτης Ατυχημάτων σε Κόμβους Αστικών Οδών με Πινακίδα **STOP**

<i>Average Daily Traffic</i>	<i>Average Accident Rate</i>	
	<i>T-Type</i>	<i>4-Way</i>
<i>< 5000</i>	<i>1.3</i>	<i>1.3</i>
<i>5000 - 10000</i>	<i>1.6</i>	<i>1.9</i>
<i>10000 - 20000</i>	<i>2.7</i>	<i>3.0</i>
<i>> 20000</i>	<i>4.2</i>	<i>8.0</i>



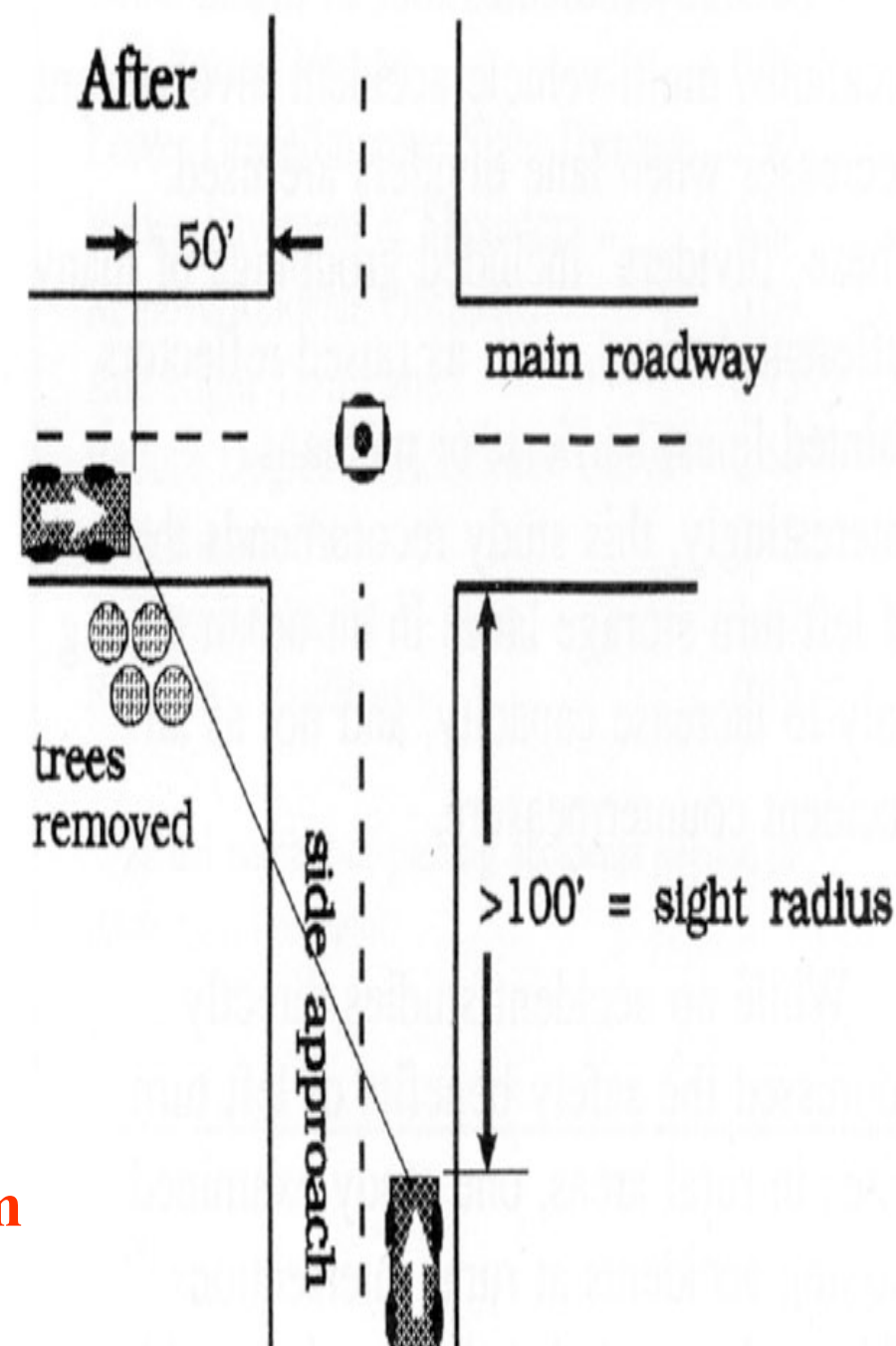
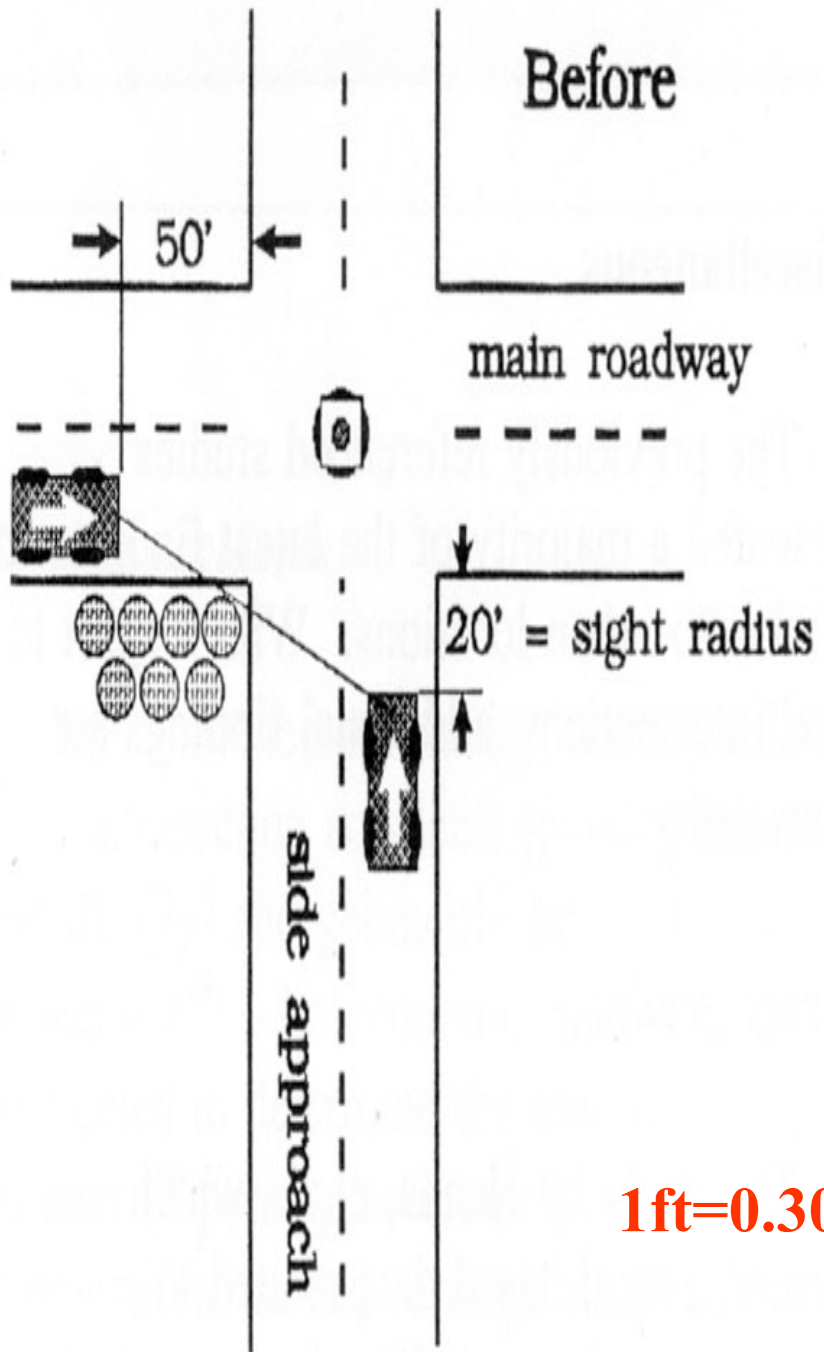
Υπεραστικοί Κόμβοι με Κακή Ορατότητα

<i>Rear End</i>	<i>Angle</i>	<i>Side- swipe</i>	<i>Other</i>
<i>73 (20%)</i>	<i>207 (56%)</i>	<i>32 (9%)</i>	<i>54 (15%)</i>



Μείωση Ατυχημάτων λόγω Βελτίωσης Ορατότητας

<i>ADT²</i>	<i>Increased Sight Radius</i>		
	<i>20 - 49 ft</i>	<i>50 - 99 ft</i>	<i>> 100 ft</i>
<i>< 5000</i>	<i>0.18</i>	<i>0.20</i>	<i>0.30</i>
<i>5000 - 10000</i>	<i>1.00</i>	<i>1.30</i>	<i>1.40</i>
<i>10000 - 15000</i>	<i>0.87</i>	<i>2.26</i>	<i>3.46</i>
<i>> 15000</i>	<i>5.25</i>	<i>7.41</i>	<i>11.26</i> _g



1ft=0.305 m



Ατυχήματα Υπεραστικών Κόμβων λόγω Μεγάλων Κλίσεων

<i>Rear End</i>	<i>Angle</i>	<i>Side- swipe</i>	<i>Other</i>
<i>106 (39%)</i>	<i>104 (38%)</i>	<i>24 (9%)</i>	<i>37 (14%)</i>



Ελάχιστος Ετήσιος Αριθμός Ατυχημάτων για «Γεωμετρικές» Επεμβάσεις

<i>Geometric Treatment</i>	<i>No. Accidents</i>
<i>Add Left Turn Lane</i>	<i>1.47</i>
<i>By-pass at T-Type</i>	<i>1.75</i>
<i>Add Raised Median</i>	<i>0.74</i>
<i>Lower Grade/Improve Sight Distance</i>	<i>2.92</i>
<i>Widen Pavements & Shoulders</i>	<i>0.89</i>
<i>Remove/Relocate Obstacles</i>	<i>0.09</i>
<i>Add Right Turn Lane</i>	<i>0.75</i>
<i>Reduce Degree of Horizontal Curve</i>	<i>2.44</i>
<i>Add Bicycle Path</i>	<i>0.43</i>
<i>T-Type Replacing Y-Type</i>	<i>1.47</i>
<i>Remove Trees/Brush</i>	<i>0.12</i>



Ο Ρόλος του Μηχανικού

- Challenges
 - Safety vs. efficiency
 - Uniformity vs. flexibility in design & operation
 - Proactive vs. reactive in addressing safety
 - Global vs. local scope of solution



Εντοπισμός του Προβλήματος

	Facility Type	
	Existing	New
Objective	Mitigation.	Prevention.
Evidence of Problem	Input from police & public.	Safety audit. (comparison with standards)
Confirm Problem	Compare crash frequency with that of other intersections.	Compare predicted crash frequency with other alternatives.
Tools	Black-spot identification techniques.	Crash frequency prediction models.



Μη Σηματοδοτούμενοι Κόμβοι

- Design Solutions
 - separate traffic movements with bays
 - improve intersection sight distance
- Traffic Control Solutions
 - flashing beacons at rural intersections
 - intersection lighting



AF 44-15.JPG



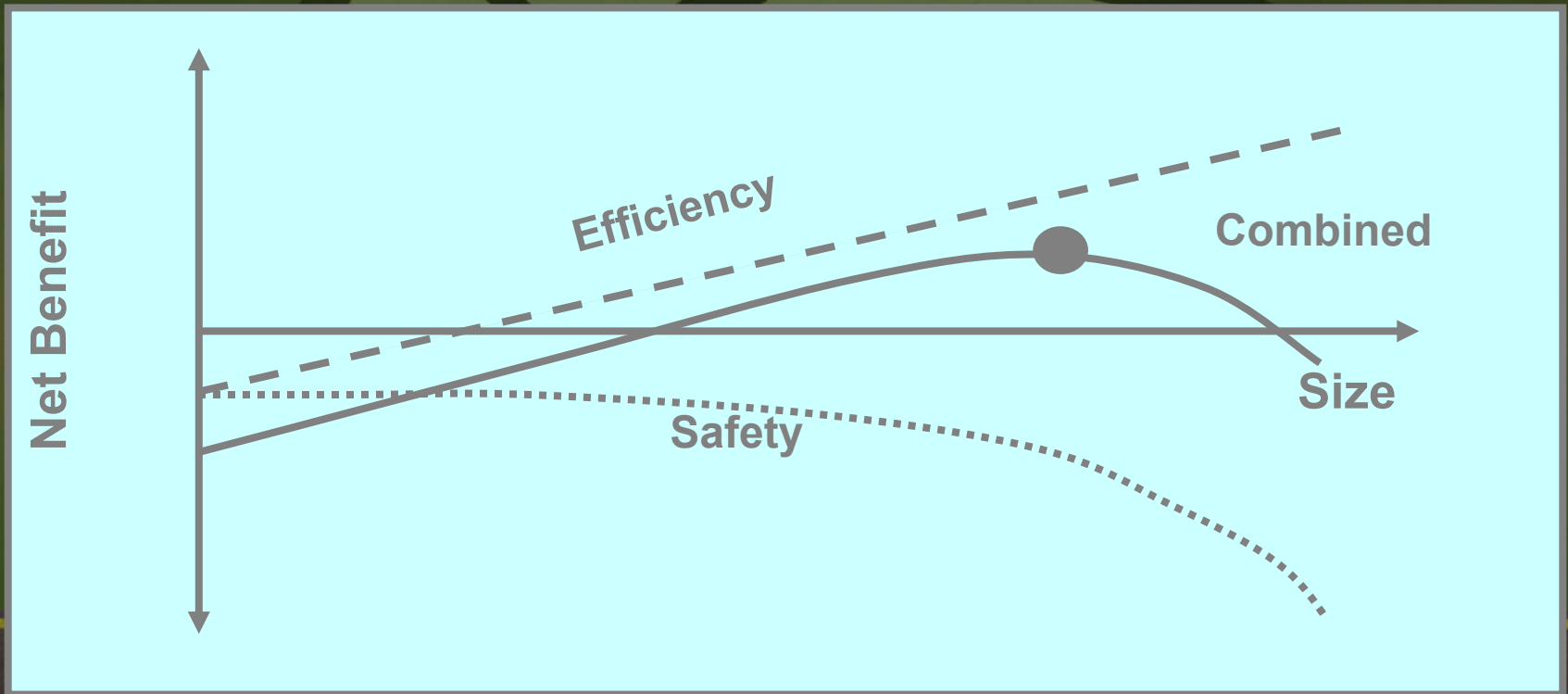
Σηματοδοτούμενοι Κόμβοι

- Design Solutions
 - curb-corner radius design
 - pedestrian refuge islands
- Traffic Control Solutions
 - marked crosswalks
 - protected left-turn phase
 - intersection lighting





Consideration of both safety and efficiency



Efficient operation does not insure safety



Χρήση Προτύπων





Βασικά Μοντέλα



N_{bi} = Συνολικός Αριθμός
Ατυχημάτων ανά έτος, που
οφείλονται στον ισόπεδο κόμβο και
σε απόσταση 76 μέτρων από αυτόν



Three-Leg STOP-Controlled Intersections

$$N_{bi} = \exp(-11.28 + 0.79 \ln ADT_1 + 0.49 \ln ADT_2 + 0.19RHRI + 0.28RT)$$

ADT1: average daily traffic volume (veh/day) on the major road;

ADT2: average daily traffic volume (veh/day) on the minor road;

RHRI: roadside hazard rating within 76 m (250 ft) of the intersection on the major road and

RT: presence of right – turn lane on the major road (0: no right–turn lane present; 1: right–turn lane present).

$$N_{bi} = \exp(-10.9 + 0.79 \ln ADT_1 + 0.49 \ln ADT_2)$$

$$RHRI = 2, RT = 0$$



Four-Leg STOP-Controlled Intersections

$$N_{bi} = \exp(-9.34 + 0.60 \ln ADT_1 + 0.61 \ln ADT_2 + 0.13 ND_1 - 0.0054 SKEW_4)$$

ND1: number of driveways on the major-road legs within 76 m (250 ft) of the intersection and

SKEW4: intersection angle (degrees) expressed as one-half of the angle to the right minus one-half of the angle to the left for the angles between the major – road leg in the direction of increasing stations and the right and left legs, respectively.

$$N_{bi} = \exp(-9.34 + 0.60 \ln ADT_1 + 0.61 \ln ADT_2)$$

$$ND1 = 0, SKEW_4 = 0$$



Four-Leg Signalized Intersections

$$N_{bi} = \exp(-5.46 + 0.60 \ln ADT_1 + 0.20 \ln ADT_2 - 0.40 \text{PROTLT} - 0.018 \text{PCTLEFT}_2 + 0.11 \text{VEICOM} + 0.026 \text{PTRUCK} + 0.041 \text{ND}_1)$$

PROTLT: presence of protected left-turn signal phase on one or more major-road approaches; = 1 if present; = 0 if not present;

PCTLEFT₂: percentage of minor-road traffic that turns left at the signal during the morning and evening hours combined;

VEICOM: grade rate for all vertical curves (crests and sags) within 76 m (250 ft) of the intersection along the major and minor roads;

PTRUCK: percentage of trucks (vehicles with more than four wheels) entering the intersection for the morning and evening peak hours combined;

ND₁: number of driveways within 76 m (250 ft) of the intersection on the major road.

$$N_{bi} = \exp(-5.73 + 0.60 \ln ADT_1 + 0.20 \ln ADT_2)$$

PROTLT = 0, PCTLEFT₂ = 28.4%,
VEICOM = 0, PTRUCK = 9.0%, ND₁ = 0



Προσαρμογές

- Calibration (πληθυσμός, οχήματα, συνήθειες κλπ. διαφορετικά χαρακτηριστικά δείγματος)
- Accident Modification Factors (διαφορετικές τιμές παραμέτρων από βασικά μοντέλα όπως γωνίες τομής, αριθμός κλάδων, σήμανση, πρόσθετες λωρίδες κλπ)
- Εμπειρική Μέθοδος BAYES (όταν υπάρχουν τοπικά στοιχεία ατυχημάτων)

1544 20-08-98

0.88  R074

020  Y=55



Ανισόπεδοι Κόμβοι



4 ΤΥΠΙΚΑ ΒΑΣΙΚΑ ΛΑΘΗ

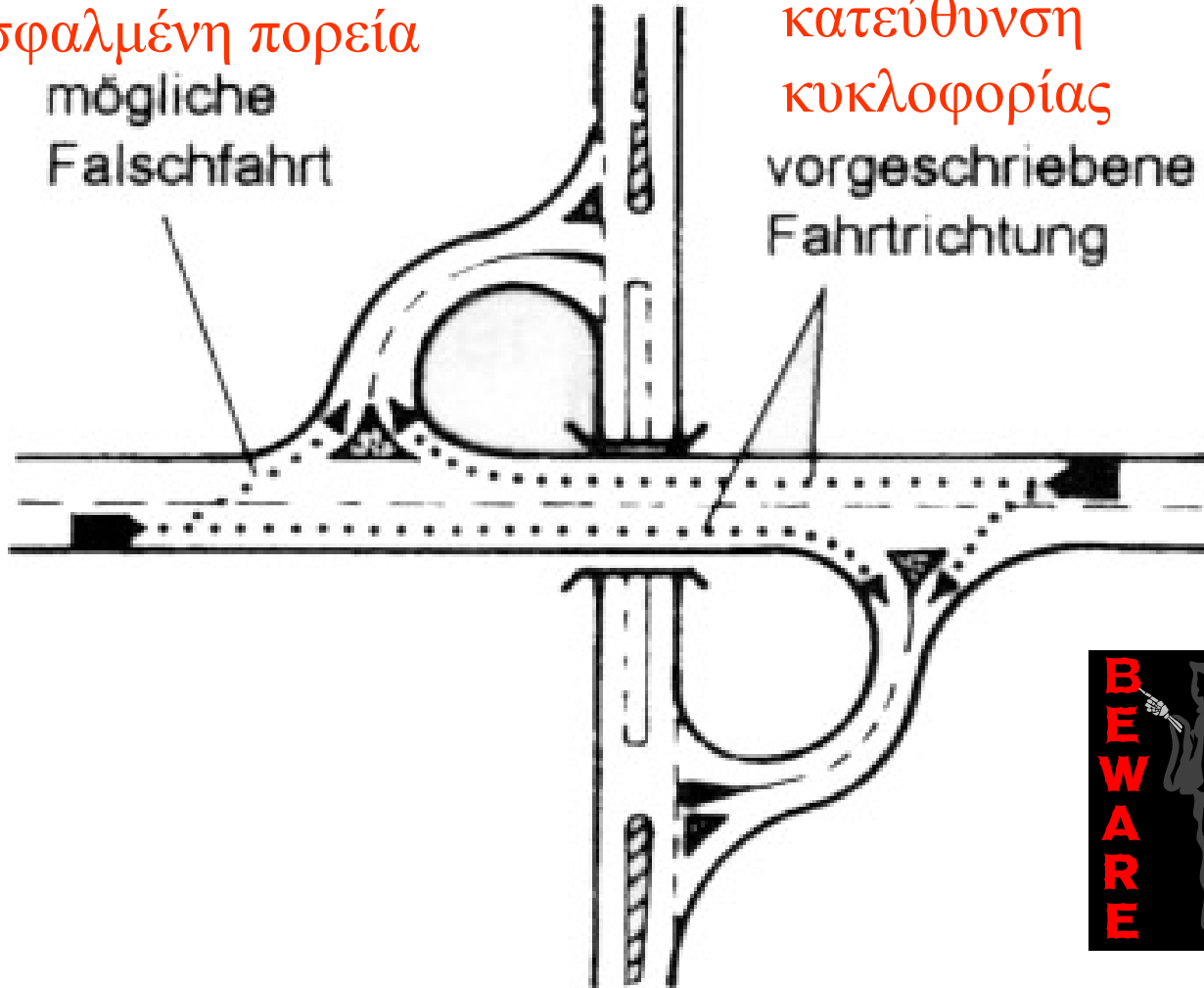




Βασικό Λάθος 1

Πιθανή
εσφαλμένη πορεία
mögliche
Falschfahrt

προδιαγεγραμμένη
κατεύθυνση
κυκλοφορίας
vorgeschriebene
Fahrtrichtung



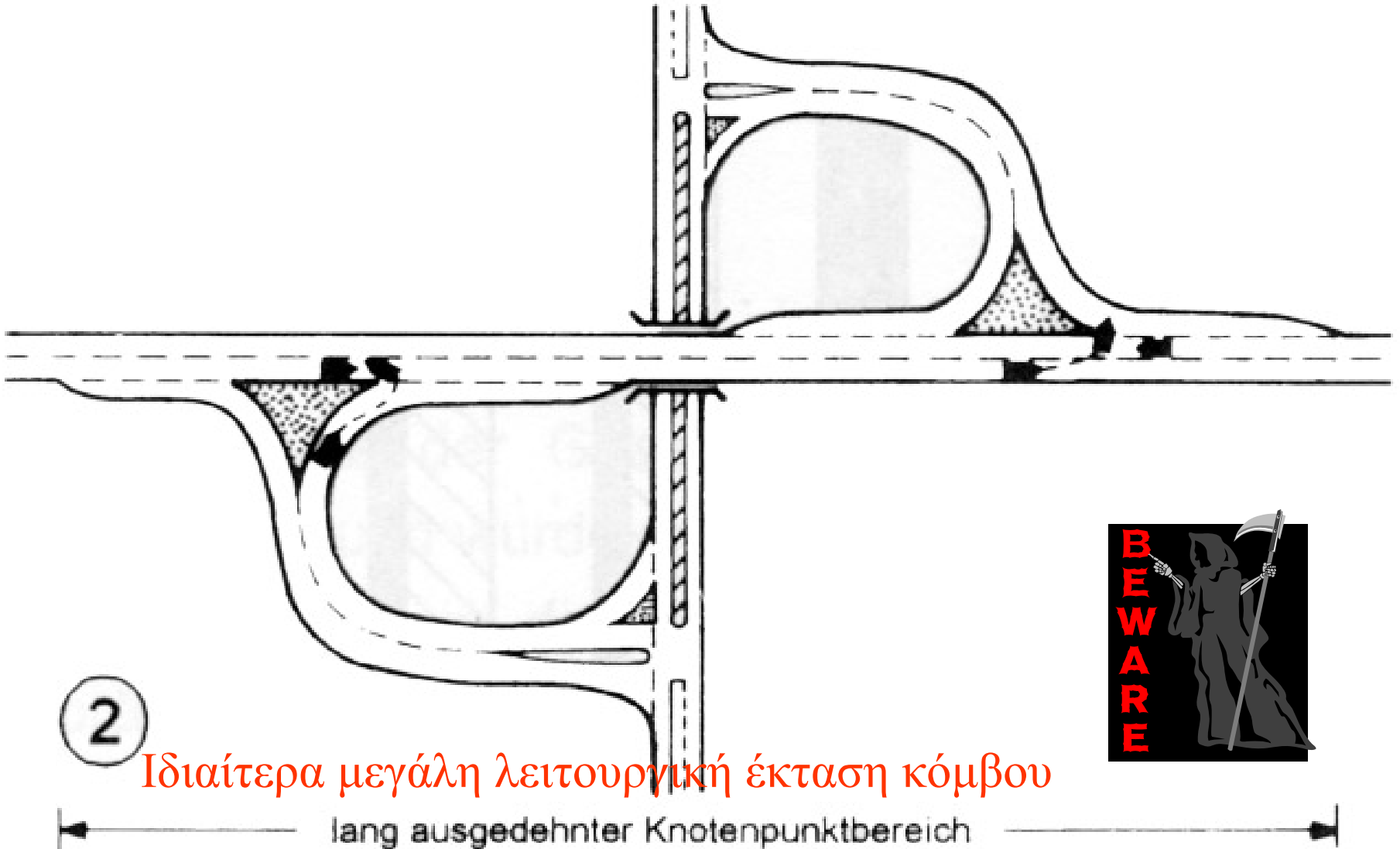
1





Σκεφτείτε το περιβάλλον πριν εκτυπώσετε αυτό το κείμενο

Βασικό Λάθος 2



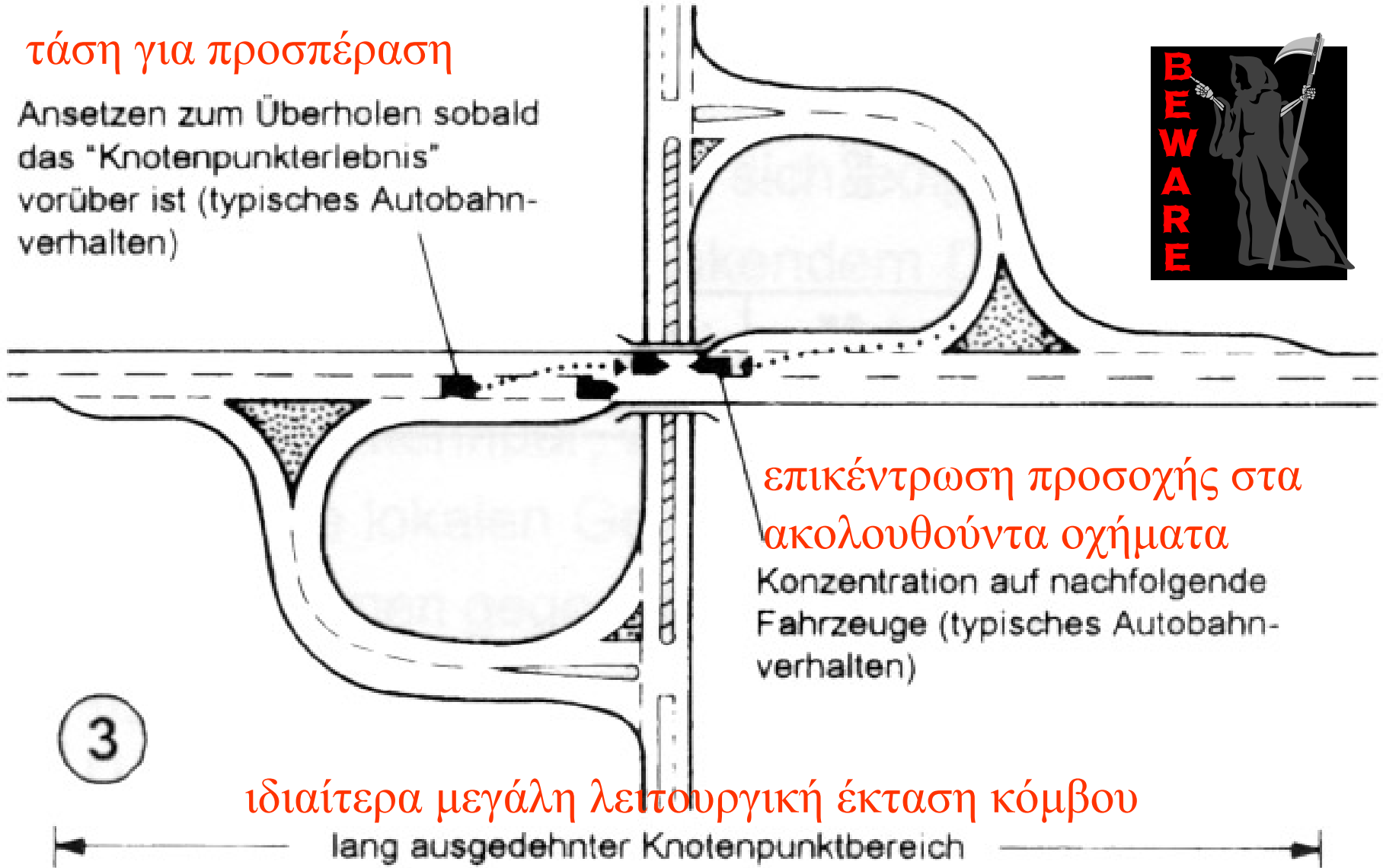
Ιδιαίτερα μεγάλη λειτουργική έκταση κόμβου



Βασικό Λάθος 3

τάση για προσπέραση

Ansetzen zum Überholen sobald das "Knotenpunkterlebnis" vorüber ist (typisches Autobahnverhalten)



επικέντρωση προσοχής στα ακολουθούντα οχήματα

Konzentration auf nachfolgende Fahrzeuge (typisches Autobahnverhalten)

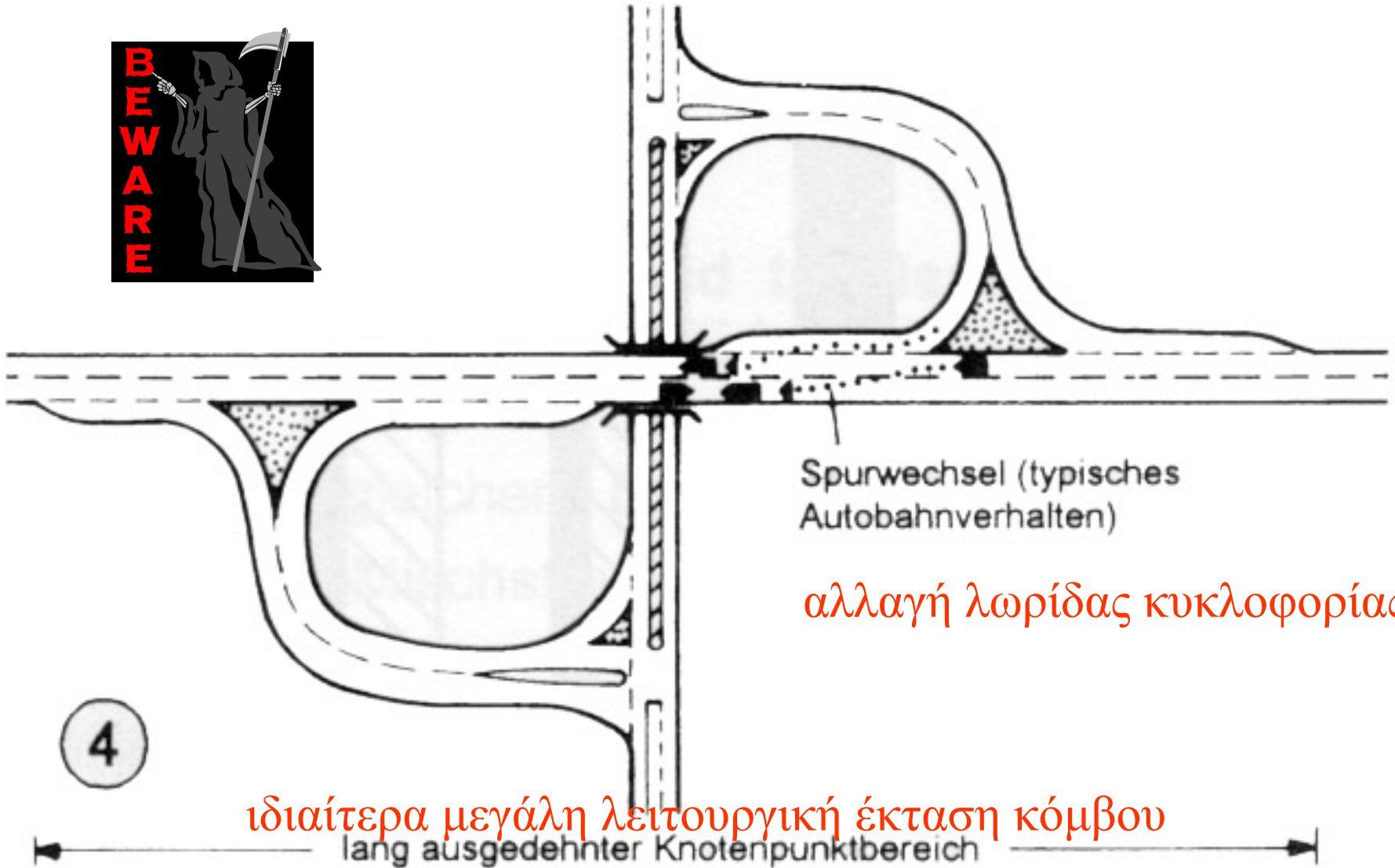
ιδιαίτερα μεγάλη λειτουργική έκταση κόμβου

lang ausgedehnter Knotenpunktbereich



Σκεφτείτε το περιβάλλον πριν εκτυπώσετε αυτό το κείμενο

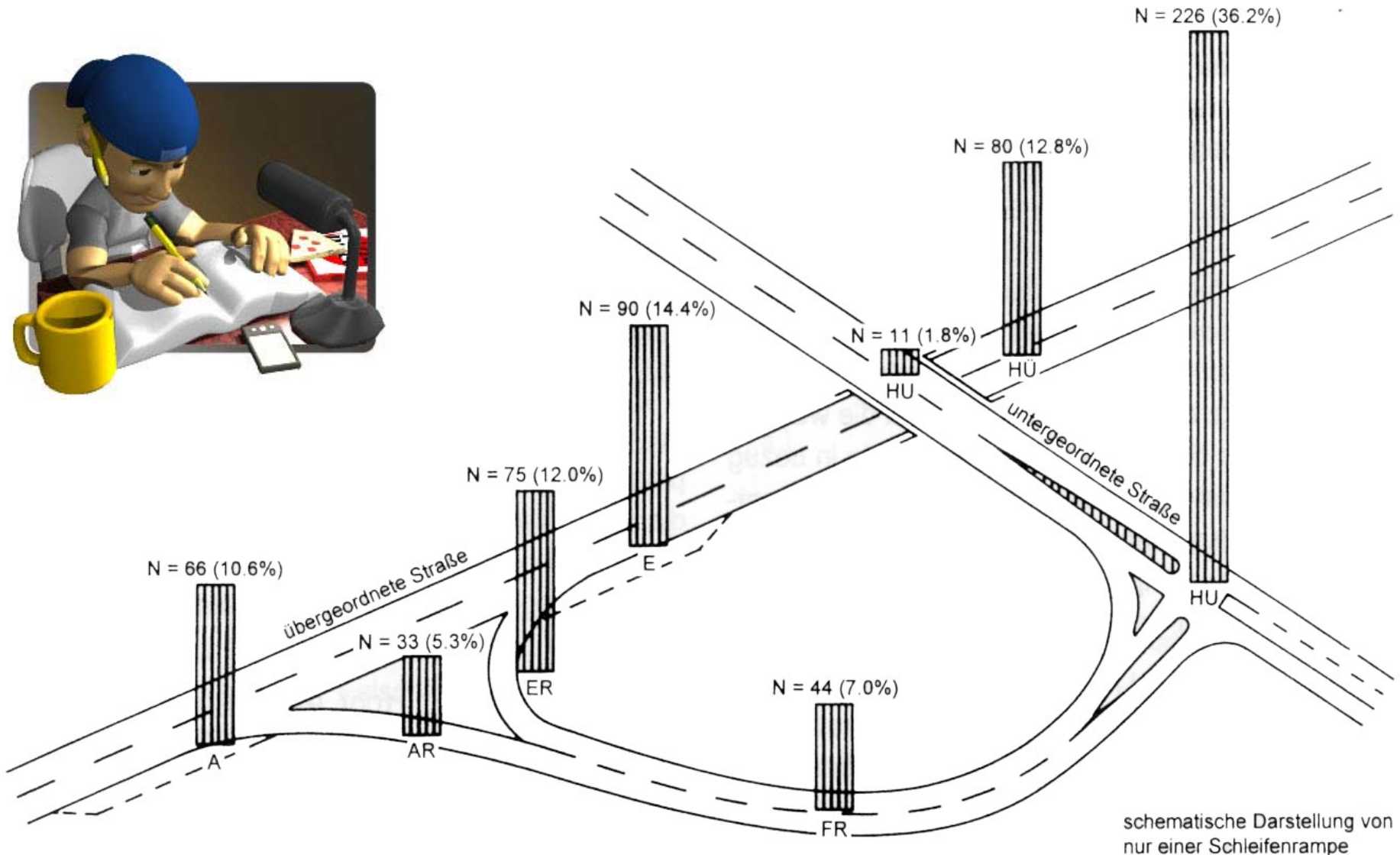
Βασικό Λάθος 4





Σκεφτείτε το περιβάλλον πριν εκτυπώσετε αυτό το κείμενο

Κατανομή Ατυχημάτων σε Κλάδους





Γενικές Προτάσεις για Δευτερεύοντες Α/Κ

- Απαγόρευση Προσπέρασης στην περιοχή του Α/Κ
- Χαρακτηρισμός ως οδός Ταχείας Κυκλοφορίας (όχι οχήματα με $V < 60$ km/h)
- Κατάλληλη επιλογή Τεταρτημορίου συνδετήριου Κλάδου
 - Άθροισμα αριστερών εισερχομένων & εξερχομένων ρευμάτων σε δευτερεύουσα οδό να είναι ελάχιστο
 - Χρόνοι αναμονής κάτω από 20 sec
 - Όριο Ταχύτητας





Γενικές Προτάσεις για Δευτερεύοντες Α/Κ

- Λωρίδες Επιβράδυνσης τουλάχιστον 150 m
- Λωρίδες Επιτάχυνσης
 - Διάταξη ώστε διαμπερής κυκλοφορία πλήρως ορατή από αριστερό καθρέπτη οχήματος
 - Μήκος τουλάχιστον 250 m
- Καλή Πληροφοριακή Σήμανση





Αποτελεσματικότητα Ελεμβάσεων

<i>Modification</i>	<i>Observed Percent Reduction in Accident Rate^a</i>	<i>Statistical Significance @95% Confidence Level</i>
<u><i>Full Diamonds</i></u>		
<i>Major Geometric</i>	<i>20.7</i>	<i>No</i>
<i>Minor Ramp</i>	<i>32.0</i>	<i>Yes</i>
<i>Minor Crossroad</i>	<i>33.1</i>	<i>Yes</i>
<i>Minor Ramp & Crossroad</i>	<i>21.2</i>	<i>Yes</i>
<u><i>Full Cloverleaves</i></u>		
<i>Major Geometric</i>	<i>-11.5^b</i>	<i>No</i>
<i>Minor Ramp & Collector – Distributor Road</i>	<i>-55.8^b</i>	<i>No</i>
<i>Minor Ramp & Crossroad</i>	<i>-7.8^b</i>	<i>No</i>
<u><i>Partial Cloverleaves</i></u>		
<i>Major Geometric</i>	<i>38.4</i>	<i>Yes</i>
<i>Minor Ramp & Crossroad</i>	<i>45.5</i>	<i>Yes</i>
<u><i>Other Interchange Configurations</i></u>		
<i>Minor Ramp & Crossroad</i>	<i>8.2</i>	<i>No</i>
<u><i>Summary By Project Type</i></u>		
<i>Major Geometric</i>	<i>23.7</i>	<i>Yes</i>
<i>Minor Ramp & Crossroad</i>	<i>16.3</i>	<i>Yes</i>
<i>All Projects</i>	<i>18.7</i>	<i>Yes</i>

a Accidents per Million Vehicles

b Signifies an increase in Acc. Rate

