

## Projektförslag: Val av parametrar för standardberäkning av synavstånd i beräkningsmodellen *Visibility*

### Bakgrund

En beräkningsmodell, benämnd *Visibility*, för beräkning av längsgående vägmarkeringars synavstånd togs fram inom det europeiska samarbetsprojektet COST 331 under 1990-talet (COST 331, 1999). Beräkningarna görs utifrån vägmarkeringens retroreflexion och area, samt utifrån ett antal parametrar relaterade till fordonstyp, fordonsbelysning, vägyta, omgivningsljus och förarens ålder.

*Visibility* har nyligen uppdaterats med avseende på modellen för fordonsbelysning, för att den bättre ska avspegla de lyktor som förekommer hos dagens fordon. Vidare har programvaran moderniserats och parametern *Visibility Level* (VL), som är ett tröskelvärde för vad som betraktas som synbart, har gjorts valbar för att modellen ska gå att anpassa till olika betingelser.

Den uppdaterade modellen har validerats i ett körförsök, där 16 försöksdeltagare i 60-årsåldern fick bedöma synavståndet hos nio vägmarkeringar med olika retroreflexion (Fors, 2020). Försöket gjordes på allmän väg i ideala förhållanden: deltagarna satt i en stillastående bil och hade som enda uppgift att bedöma vägmarkeringarnas synavstånd, försökssträckorna var raka och plana, och det fanns ingen mötande trafik. Studien genomfördes i halvljusbelysning. Synavstånd beräknade med *Visibility* överensstämde med de uppmätta synavstånden, för markeringar med retroreflexion 100–300 mcd/m<sup>2</sup>/lx, då VL sattes till 5–9.

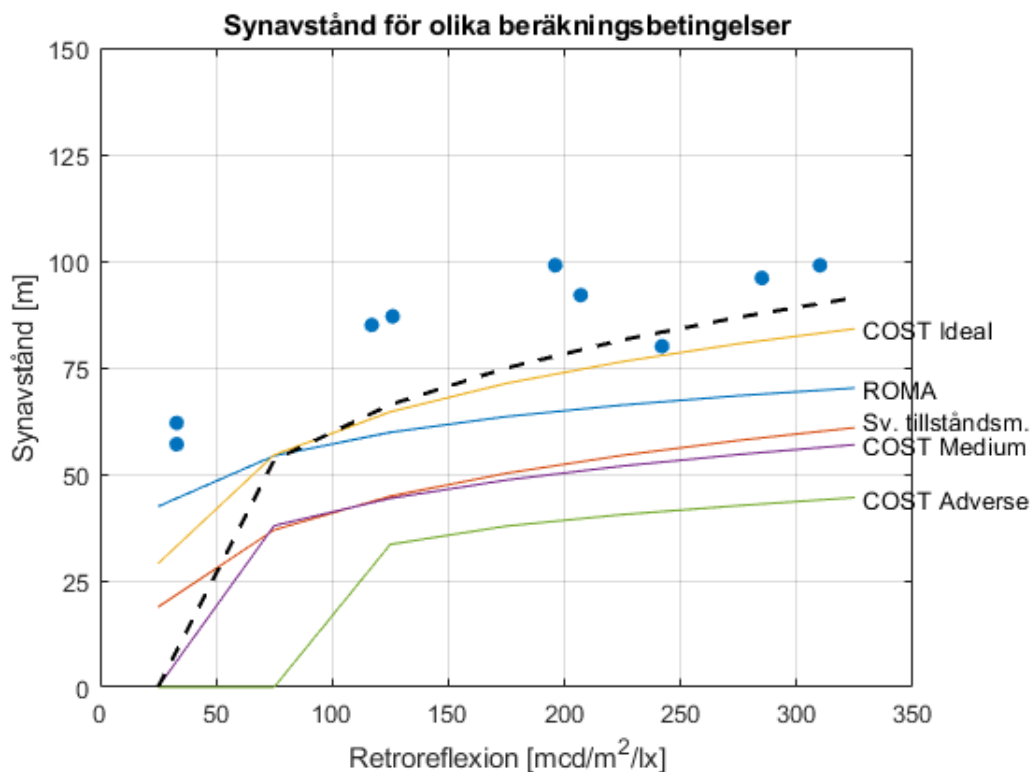
Det fanns flera skäl till att det ideala fallet valdes för valideringen: det är ett väldefinierat fall, det antogs vara möjligt att validera med god noggrannhet, det är relevant ur ett förarperspektiv (kan antas motsvara körning i mörker med lite trafik), det ger en förankringspunkt för modellen (maximala synavstånd i halvljus) och det ger en grund för eventuella ytterligare valideringsstudier.

I verklig körning kan vägmarkeringarnas upplevda synavstånd förväntas variera, bland annat beroende på mängden mötande trafik, fordonets belysning, vägens egenskaper och förarens synförmåga och kognitiva belastning. Upplevda synavstånd i verklig trafik kan därmed förväntas skilja sig från det ideala fallet. I vissa fall kan skillnaden förväntas vara stor.

Vägmarkeringars synavstånd och *preview time* (pvt) redovisas bland annat för de årliga svenska tillståndsmätningarna (Nielsen, Nilsson & Tayanin, 2019) och för det nordiska tillståndsmätningprojektet ROMA (Vadeby m.fl., 2019). För de svenska tillståndsmätningarna används den ursprungliga *Visibility*-modellen för ett specificerat fall (60-årig förare, helljus, mötande trafik). För ROMA-projektet beräknas *relativa synavstånd* och *relativ pvt* för helljus och ett i övrigt ospecificerat fall, eftersom *Visibility* är under revidering.

I COST 331-projektet definierades tre olika betingelser för beräkning av synavstånd, benämnda *Ideal*, *Medium* och *Adverse*. Alla tre betingelser avser personbil med halvljus på rak och plan väg. I fallet *Ideal* är föraren 20 år, strålkastarna har 100% intensitet och det finns ingen mötande trafik (dvs ingen bländning). I fallet *Medium* är föraren 50 år, strålkastarna har 50% intensitet och det finns mötande trafik som motsvarar en slöjluminans på 0,25 cd/m<sup>2</sup> (ca 2–3 mötande fordon på landsväg). I fallet *Adverse* är föraren 60 år, strålkastarna har en intensitet på 30% och det finns mötande trafik som motsvarar en slöjluminans på 0,50 cd/m<sup>2</sup> (ca 5 mötande fordon på landsväg). Fallen med mötande trafik har inte validerats.

Figur 1 visar beräknade synavstånd för en 10 cm bred intermittent (1+2 m) kantlinje till höger då beräkningarna görs enligt ROMA-projektet, de svenska tillståndsmätningarna, de tre COST 331-betingelserna samt enligt ett referensfall (se Bilaga 2). I figuren finns även de uppmätta synavstånden från valideringen av det ideala fallet (blå markörer). Det kan noteras att de olika beräkningsbetingelserna ger förhållandevis olika resultat. Det ska också noteras att beräkningsbetingelserna som används i ROMA och svenska tillståndsmätningarna avser helljus, medan COST-betingelserna samt de uppmätta avstånden avser halvljus. Detaljer för beräkningarna finns i Bilaga 3.



Figur 1. Beräknade synavstånd för 10 cm bred intermittent (1+2 m) kantmarkering, med olika beräkningsbetingelser. De blå markörerna visar uppmätta synavstånd i valideringsstudien. Svart streckad linje avser referensfallet i Bilaga 2.

Som en del i uppdateringen av *Visibility* finns det anledning att se över hur "standardberäkning" av synavstånd ska göras. Det vill säga, hur ska parametrarna i *Visibility* väljas för att avspegla en verklig körsituation? En viktig del i detta är att också validera *Visibility* för den betingelse som motsvarar standardberäkningen.

Ett standardiserat sätt att beräkna synavstånd är av relevans för tillståndsmätningarna, men också vid framtagande eller revidering av riktlinjer och krav. Det är dock inte nödvändigtvis så att det dimensionerande fallet, dvs det man bör utgå ifrån när man tar fram riktlinjer/krav, är samma sak som standardfallet – detta är något som behöver utredas.

## Syfte

Syftet med projektet är att bestämma hur standardberäkning av synavstånd ska göras. Detta inkluderar att:

- Definiera standardfallet och/eller det dimensionerande fallet
- Validera standardfallet och/eller det dimensionerande fallet

- Bestämma parametrar fallen enligt ovan (i *Visibility*)

## Metod

### Definiering av standardfallet och/eller det dimensionerande fallet

I projektets första del definieras standardfallet och/eller det dimensionerande fallet. I detta ingår att utreda huruvida de två fallen ska vara identiska eller separata. Att låta de två fallen vara identiska har fördelen att beräkningar görs på samma sätt både vid resultatredovisning av till exempel tillståndsmätningar, och vid framtagande av krav och riktlinjer, vilket förenklar och ger en direkt koppling mellan mätningar och regelverk. Nackdelen är att siffrorna riskerar att misstolkas och att vägmarkeringar uppfattas vara sämre än de egentligen är, eftersom det dimensionerande fallet rimligen bör motsvara en situation med sämre/kortare synavstånd, än ett genomsnittligt fall. Alternativet är att separera de två fallen, och låta standardfallet motsvara (förslagsvis) genomsnittliga synavstånd (50-percentil), medan det dimensionerande fallet motsvarar en lägre percentil.

Synavstånd	Alternativ 1	Alternativ 2
Maximala synavstånd	Idealfallet	Idealfallet
Genomsnittliga synavstånd, 50-percentil	-	Standardfallet
Synavstånd < 50-percentil	Standardfallet/ dimensionerande fallet	Dimensionerande fallet

För att kunna definiera standardfallet och/eller det dimensionerande fallet identifieras relevanta körsituationer. Ett diskussionsunderlag för detta finns i Bilaga 1. Vidare analyseras parametrarna i *Visibility*, med avseende på deras inverkan på synavstånden. Parametrar som har stor inverkan på synavståndet bör tillägnas större vikt vid definieringen av standardfallet samt vid den följande valideringen, än parametrar som har liten inverkan. Ett underlag för denna analys finns i Bilaga 2.

I valet av standardfall och/eller dimensionerande fall, samt vid definiering av detta/dessa, bör man väga in möjligheterna att kunna validera fallet/fallen i en fältstudie.

Väghållare inom NMF involveras i arbetet med att definiera standardfall och/eller dimensionerande fall.

### Validering av standardfallet och/eller det dimensionerande fallet

Exakt vilken eller vilka betingelser som ska valideras avgörs av hur standardfallet definieras (se ovan). Nedan beskrivs ett exempel på hur valideringen skulle kunna gå till.

*Exempel: Standardfallet utgörs av en 60-årig förare som kör en personbil med halvljusbelysning motsvarande 50-percentilen i den reviderade Visibility-modellen. Körfälten är 3,5 m breda och det finns ett mötande fordon.*

12–16 förare i åldern 55–65 år deltar i försöket. Som försöksbil används en Renault Megane med halvljusbelysning av typen halogen H7, vilken motsvarar 75-percentilen i den uppdaterade *Visibility*-modellen. Ett neutralfilter placeras framför lyktorna så att det utsända ljuset motsvarar 50-percentilen i *Visibility*.

Försöket genomförs på en avstängd väg med torr vägbana, t ex på en motorbana eller flygfält. Olika typer av kantmarkeringar som är vanligt förekommande på nordiska vägar läggs ut på plan och rak väg, t ex:

- Intermittent (1+2 m) 10 cm, plan (bör ingå, som referens till valideringen av det ideala fallet)
- Heldragen 10 cm, plan
- Heldragen 30 cm, profilerad

Varje typ läggs i två varianter till höger i körriktningen: en med låg retroreflexion (ca 100 mcd/m<sup>2</sup>/lx) och en med hög retroreflexion (ca 300 mcd/m<sup>2</sup>/lx). Varje delsträcka bör vara omkring 200 m lång.

Mötande trafik arrangeras genom att ett fordon med genomsnittlig halvljusbelysning rör sig långsamt mot försökspersonen, som har blicken riktad mot vägmarkeringen och som vid upprepade tillfällen får bedöma kantmarkeringens synavstånd. Belysningsstyrkan vid försökspersonens öga har tidigare mätts upp för olika mötesavstånd. Bedömning av synavstånd utan möte görs också för att få referensdata.

Bedömningen av synavstånd gör huvudsakligen med reflektormetoden men kan komma att kompletteras med kikarmetoden (Fors och Lundkvist, 2018).

### **Bestämning av parametrar för det definierade standardfallet**

Efter genomfört försök jämförs uppmätta synavstånd med synavstånd beräknade med *Visibility*. Parametern *VL* och eventuellt andra parametrar justeras så att beräknade synavstånd överensstämmer med uppmätta.

Valda parametrar sammanställs i ett dokument, tillsammans med definitionen av standardfallet, samt en användarhandledning.

### Förväntat resultat

Projektet förväntas resultera i rekommendationer för hur standardfallet för vägmarkeringars synavstånd ska definieras och beräknas, i beräkningsprogramvaran *Visibility*.

Beräkningsstandarden som tas fram i projektet förväntas leda till en mer enhetlig och lättolkad resultatredovisning av vägmarkeringars synavstånd. Standarden ska ge resultat som är realistiska och som är verifierade med data från verklig körning.

### Tidplan och budget

Ett fältförsök som har skissats på ovan måste i praktiken genomföras under andra halvan av augusti till mitten av november. Föreslagen tidplan:

2021:

- Definiering av standardfallet och/eller det dimensionerande fallet (vår-sommar)
- Förförsök (höst)

2022:

- Huvudförsök (höst)
- Bestämning av parametrar (höst-vinter)

Förförsöket syftar till att hitta en lämplig plats för försöket, lägga ut vägmarkeringar för försöket, samt testa den metod som ska användas i huvudförsöket (arrangemang av mötande fordon etc.).

Budget för 2021:

Aktivitet	Budget (SEK)
Definiering av standardfallet <i>Sammanställning av information, analys och utvärdering enligt avsnitt Metod, Bilaga 1 och Bilaga 2.</i>	85 000
Förförsök <i>Undersökning av möjliga försöksplatser, genomförande av förförsök</i>	150 000
Preparering av försökssträckor* <i>Planering och utläggning av vägmarkering</i>	30 000
Övrigt material & resor** <i>Mätinstrument, försöksfordon</i>	10 000
<b>Totalt</b>	<b>275 000</b>

\*) Samtliga vägmarkeringar som planeras ingå i huvudförsöket läggs ut under 2021. Vid behov görs en komplettering med färg inför huvudförsöket.

\*\*\*) En tänkbar provplats är Björkvikrings motorbana, ca 90 km nordöst om Linköping, eller Mantorps motorbana, ca 20 km väster om Linköping.

Budget för 2022 fastställs när definieringen av standardfallet och förförsöket är genomförda.

## Referenser

COST 331 (1999). *Requirements for horizontal road marking*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. European Commission, Directorate General Transport.

Fors, C. (2020). *Synavstånd för långsgående vägmarkering – Validering av beräkningsmodellen Visibility*. VTI notat, ej ännu publicerat. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

Fors, C. och Lundkvist, S-O. (2018). *Metoder för att bedöma synavstånd för vägmarkeringar*. VTI notat 24-2018. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.

Nielsen, B., Nilsson, C. och Tayanin, D. (2019). *Tillståndsmätningar av vägmarkeringars funktion i Sverige 2018*. Ramböll RST, Malmö.

Vadeby, A., Kjellman, E., m.fl. (2019). *ROMA: State assessment of road markings in Denmark, Norway and Sweden – results from 2018*. NordFoU report 2019-10.

## Bilaga 1: Standardfallet och/eller det dimensionerande fallet – diskussionsunderlag

### Diskussionsfrågor:

- Är standardfallet detsamma som det dimensionerande fallet? Eller ska standardfallet motsvara en genomsnittlig körsituation och det dimensionerande fallet en svårare körsituation?
- Helljus vs halvljus – vad är relevant i olika situationer? Är helljus relevant alls?
- Hur hanterar man individuella skillnader mellan förare och fordonsstrålkastare?
- Är standardfallet detsamma i alla nordiska länder?
- Är standardfallet detsamma för alla vägtyper?
- Hur påverkar moderna och framtida strålkastare valet av standardfall?

### Identifiering och analys av körsituationer

Tabell 1 visar ett utkast till hur olika körsituationer kan identifieras och beskrivas. Varje körsituation kan sedan kategoriseras med avseende på hur relevant den kan anses vara för standardfallet. T ex kan fallet "större landsväg" förväntas vara av stor relevans: det kan antas utgöra en stor del av trafikarbetet i mörker och vägmarkeringarnas synbarhet kan förväntas vara av förhållandevis stor betydelse för säkerhet och komfort. Fallet "mindre landsväg" kan vara av mindre relevans: helljus kan användas i stor utsträckning vilket ger förhållandevis goda synförhållanden generellt, där föraren kan förväntas vara mindre beroende av vägmarkeringen. Vidare kan vägmarkeringens synavstånd till viss del begränsas av vägens kurvatur, varför det kan vara mindre relevant att beräkna synavstånd för den typen av väg.

Tabell 1. Exempel på körsituationer.

Vägtyp	Vägens egenskaper	Förekomst av bländning	Helljus, halvljus	Hastighet
Motorväg	Rak och plan	Låg-medel*	Både helljus och halvljus	Hög
2+1-väg	Rak och plan	Medel-hög	Mest halvljus	Hög
Större landsväg	Viss kurvatur	Medel-hög	Mest halvljus	Medel
Mindre landsväg	Varierar	Låg	Mest helljus	Medel-låg

\*) Låg nivå av bländning med bred mittremsa och/eller barriär

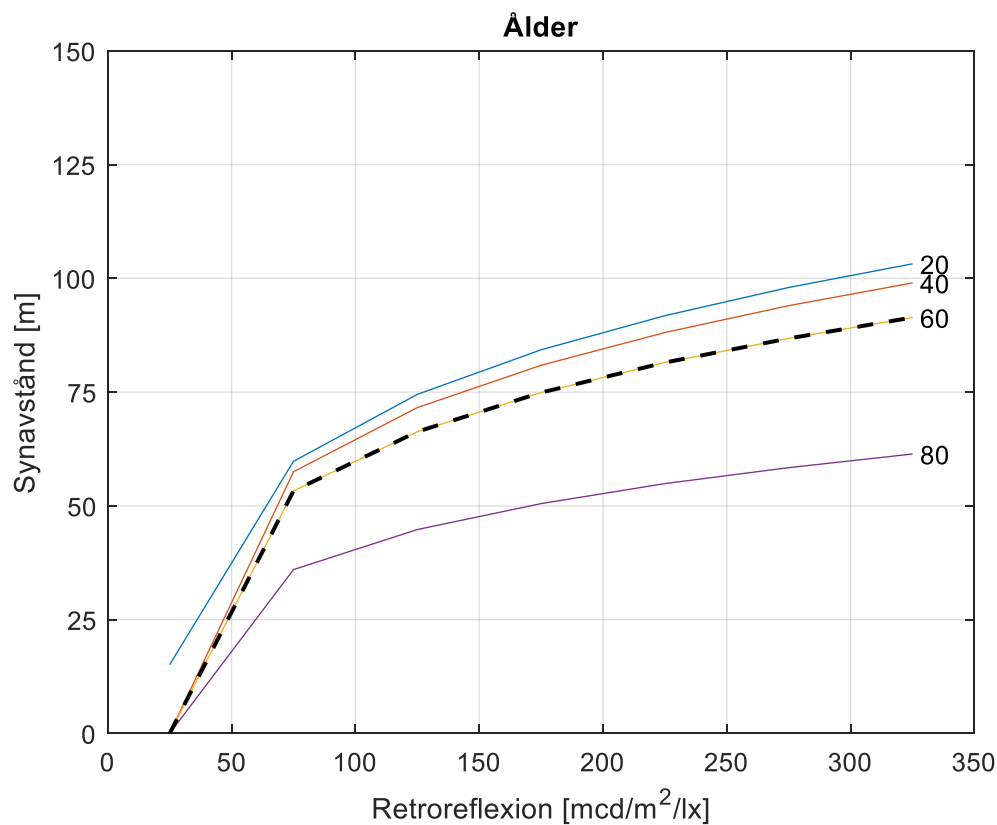
## Bilaga 2: Beräkning av synavstånd – olika parametrars inverkan

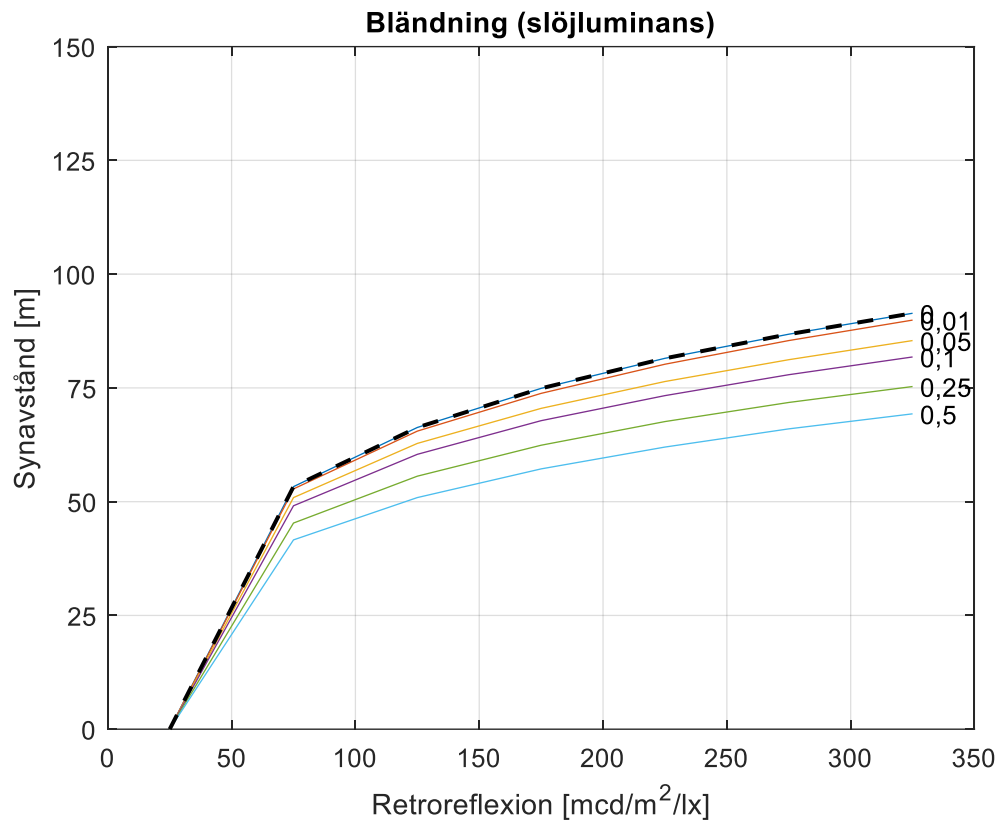
Figurerna nedan visar hur olika parametrar påverkar synavstånden när de beräknas med *Visibility*.

En parameter undersöks i taget. Övriga parametrar konstanthålls enligt:

- Ålder: 60
- Slöjluminans: 0
- Fordon: personbil (1)
- Faktor för ljusstyrka: 1,00
- Ljusfördelning: NMF 50 % halvljus (2)
- RL vägbeläggning: 20
- Avstånd till kantlinjen: 1,75 (antag 3,5 m körfält, bil i mitten av kf)
- Markeringens bredd: 0,1
- Intermittens: längd 1, mellanrum 2
- VL: 10

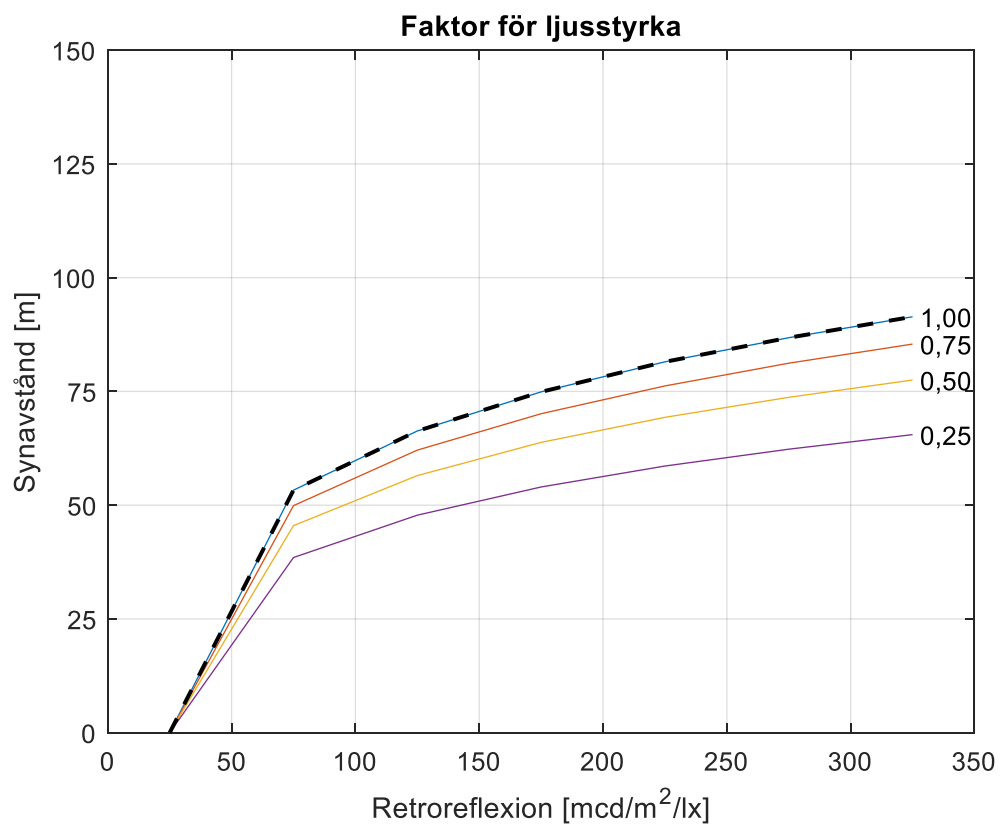
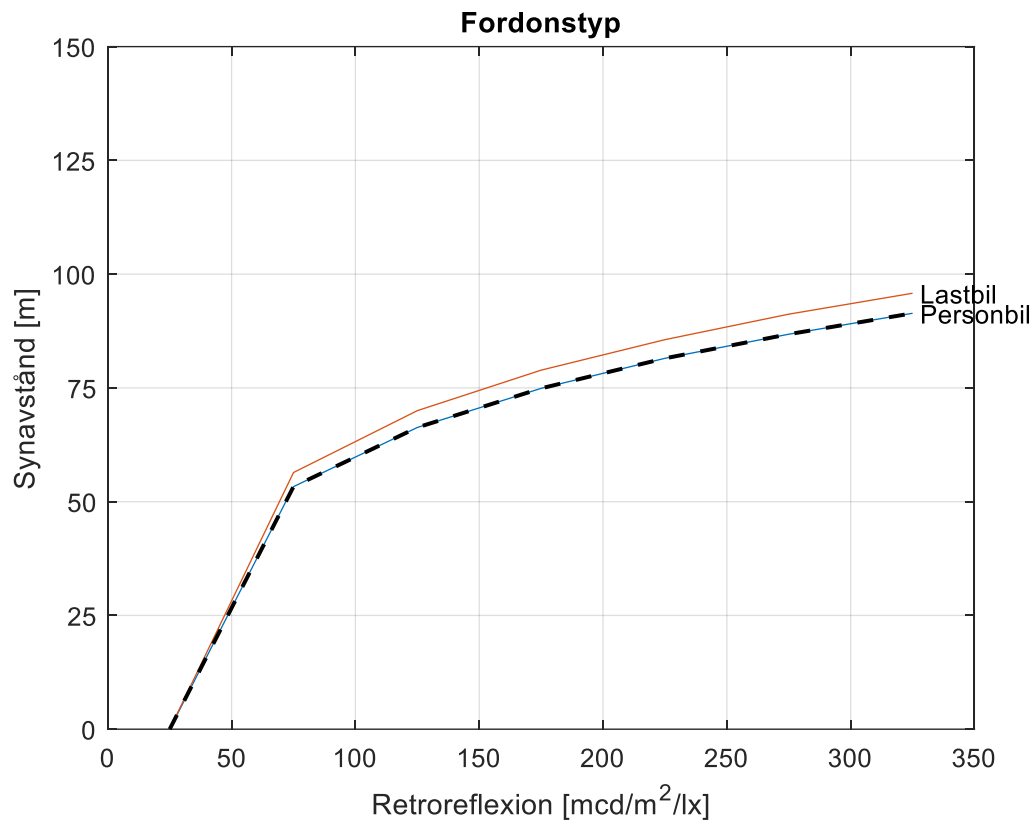
Fallet som beskrivs ovan markeras med svart streckad linje i figurerna nedan.

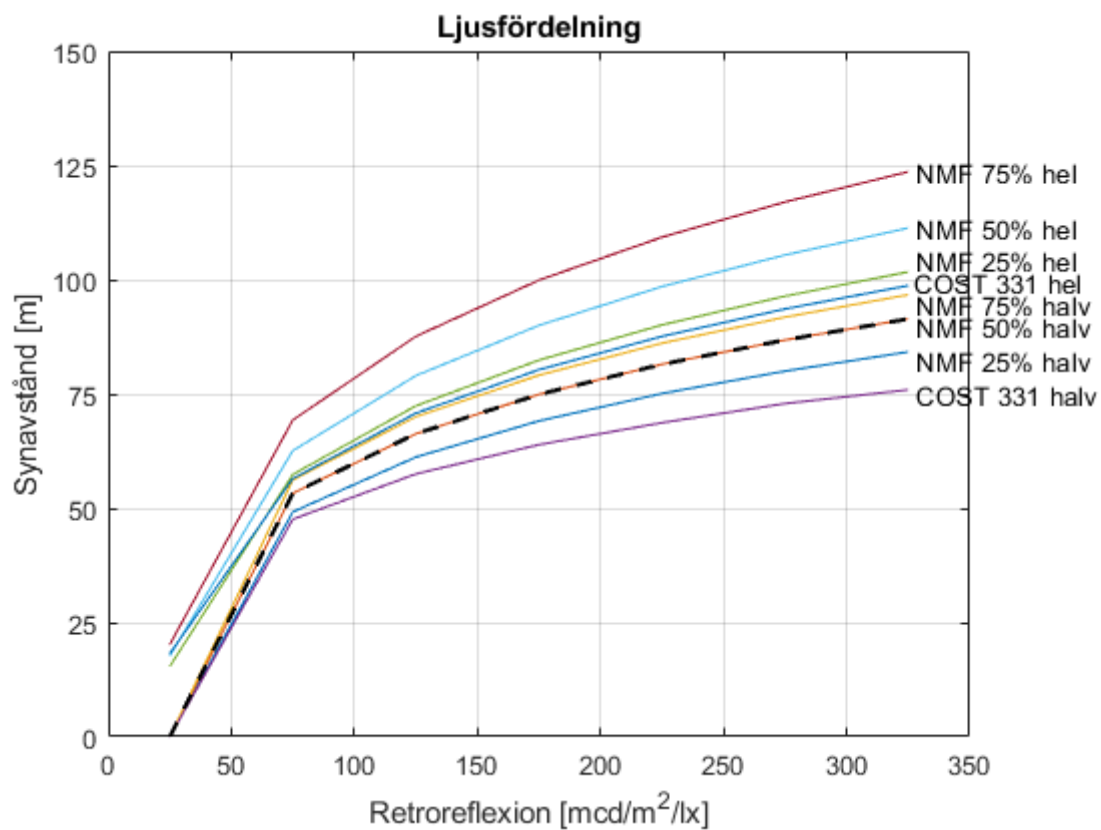




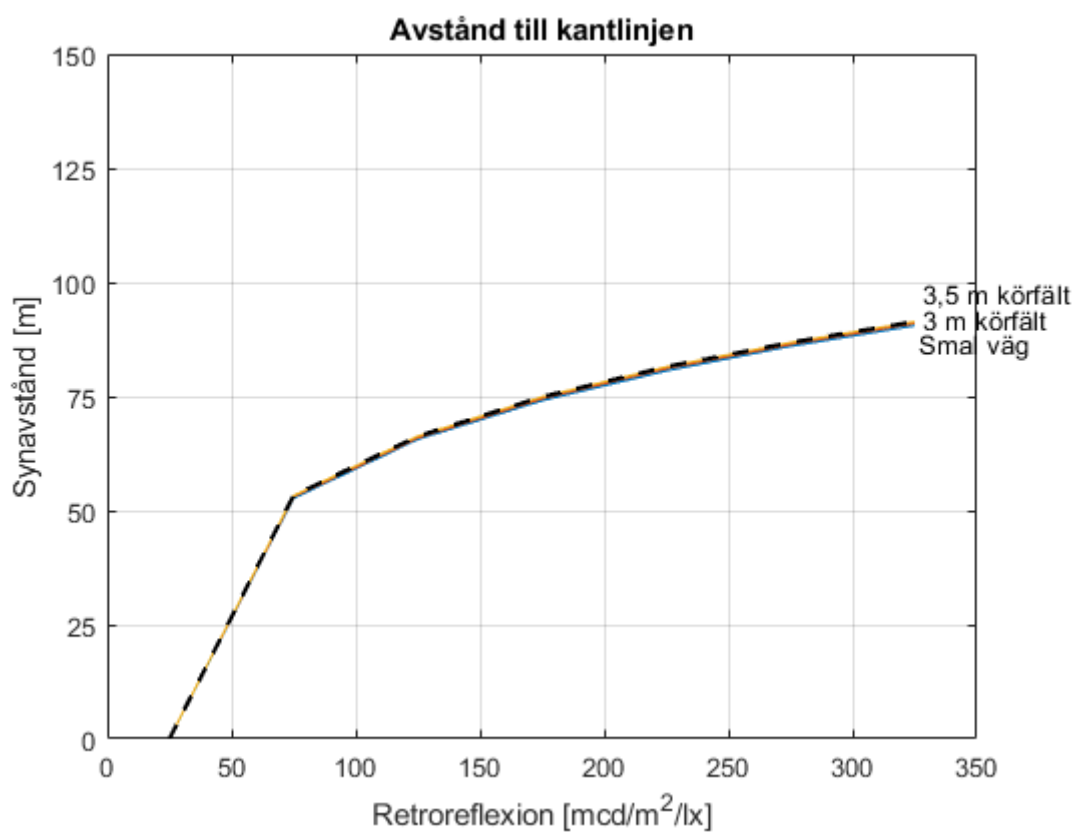
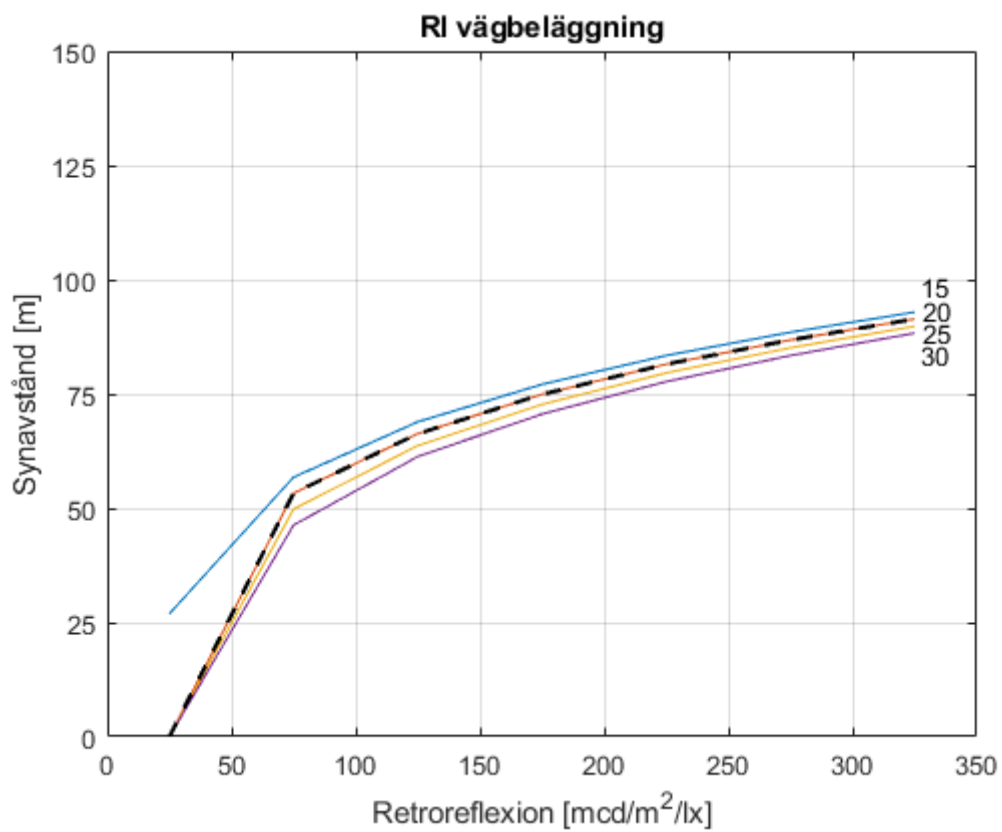
Slöjluminans 0	Inga mötande fordon
Slöjluminans 0,01	2–3 mötande fordon på motorväg (smal mittremsa)
Slöjluminans 0,05	2 mötande fordon på 2+1-väg (högra körfälten)
Slöjluminans 0,1	Ett mötande fordon på landsväg
Slöjluminans 0,25	2–3 mötande fordon på landsväg
Slöjluminans 0,5	5 mötande fordon på landsväg

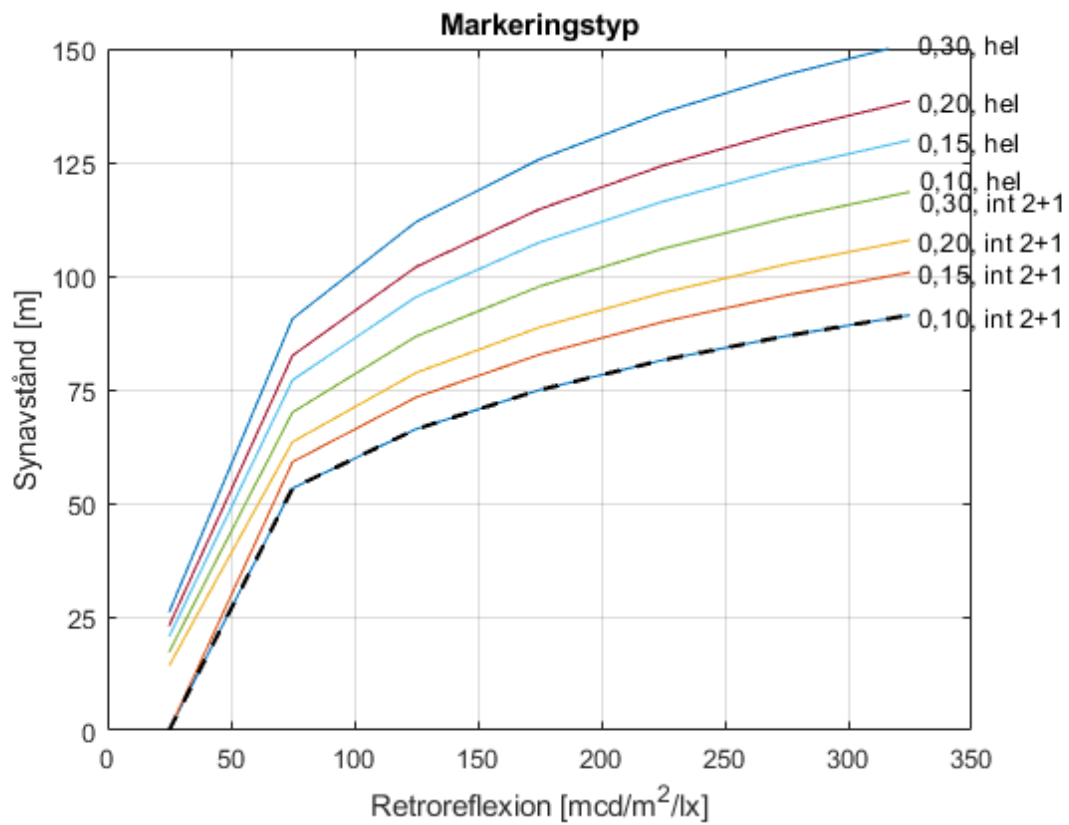




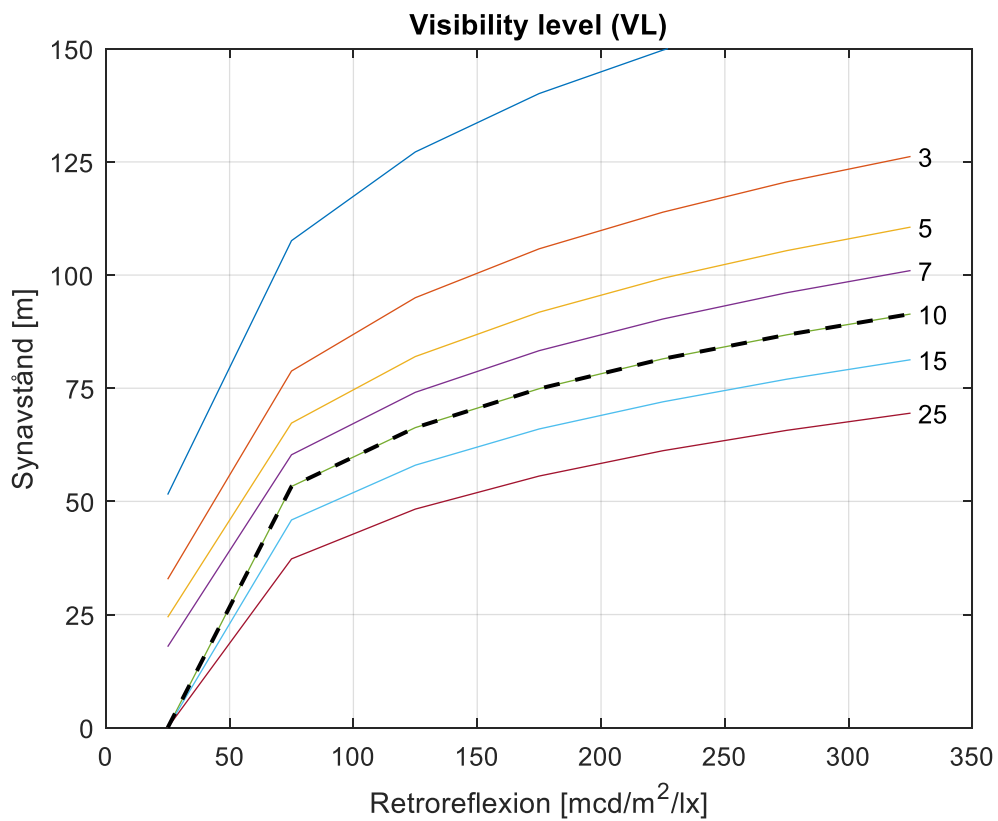


*Kommentar: vid metodtester inför den tidigare valideringsstudien erhöles synavstånd i helljus som var väsentligt längre än de som visas i figuren ovan. Till exempel: på åtta olika vägar med RI ca 100–300 mcd/m<sup>2</sup>/lx (10 cm intermittent linje, 2+1 m) var synavståndet alltid >120 m (ej möjligt att mäta längre avstånd med metoden som användes). I två andra fall (samma typ av linje som ovan), med RI=183 respektive 230 mcd/m<sup>2</sup>/lx var synavstånden runt 290–380 m, respektive ca 110–170, beroende på person och metod.*





1



### Bilaga 3 – Befintliga beräkningsbetingelser

Tabell 2 visar de parametrar som används i de befintliga beräkningsbetingelserna för ROMA-projektet, de svenska tillståndsmätningarna, COST 331 Ideal, COST 331 Medium och COST 331 Adverse. I tabellen visas även de parametrar som motsvarar idealfallet som validerades i den föregående studien. COST 331-betingelserna beskrivs närmare i rapporten för projektet (COST 331, 1999; s. 122–123).

Samtliga betingelser i tabellen avser personbil.

Tabell 2. Valda parametrar i befintliga beräkningsbetingelser.

Parameter	Betingelse					
	ROMA	Sv. tillstånd	COST Ideal	COST Medium	COST Adverse	Validerade idealfallet
Ålder	**	60	Young***	50	60	60
Slöjluminans	**	0,25	0	0,25	0,50	0
Ljusstyrka, fakt.	**	0,33	1,00	0,50	0,30	0
Ljusfördeln.	(helljus)**	COST-hel	COST-halv	COST-halv	COST-halv	75%-halv
Rl vägbel.	**	15	15	15	15	20
Körfältsbredd*	**	3,5	3,0	3,0	3,0	Ca 2,5
VL	**	10	10	10	10	5–9

\*) Fordonet antas vara placerat i mitten av körfältet

\*\*\*) I ROMA används en förenklad beräkningsmodell där inga av parametrarna i tabellen specificeras.

\*\*\*) In COST 331, young is  $\leq 25$  years