



Järnvägsutredning

Västkustbanan delen Varberg–Hamra



Delrapport Riskanalys

Västkustbanan, delen Varberg-Hamra

Delrapport Riskanalys

Göteborg 2002-02-21
SCANDIACONSULT SVERIGE AB
Miljö

510361-03
Antal sidor: 51
Antal bilagor: 3

Utskriven: 2002-03-13
t:\51\51036101\03\q_txt\olyck\rapp_10.doc

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	1
1 INLEDNING	3
1.1 BAKGRUND	3
1.2 SYFTE	3
1.3 OMFATTNING	3
1.4 GENOMFÖRANDE	3
2 METODIK.....	4
2.1 UTVÄRDERINGSKRITERIER.....	4
2.2 GENOMFÖRANDE AV ANALYS	4
3 BESKRIVNING AV ALTERNATIVEN	7
3.1 NOLLALTERNATIVET.....	7
3.2 SMTÖ	7
3.3 CT	8
3.4 TVÅ TUNNLAR MED ENKELSPÅR.....	8
4 SÄKERHET FÖR OMBORDVARANDE.....	10
4.1 ALLMÄNT	10
4.2 METODIK	10
4.3 BESKRIVNING AV TRAFIKSYSTEMET	12
4.3.1 Tunnel.....	12
4.3.2 Bana.....	13
4.3.3 Tåg.....	14
4.3.4 Trafik	15
4.3.5 Yttre assistans.....	15
4.4 OLYCKSKATALOG OCH OLYCKSFREKVENSER	16
4.4.1 Urspårning	19
4.4.2 Sammanstötning	19
4.4.3 Brand.....	19
4.5 FÖREBYGGANDE ARBETE	20
4.6 OLYCKSKONSEKVENSER	20
4.7 RESULTAT.....	21
4.8 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	28
4.8.1 Olycksförebyggande	29
4.8.2 Konsekvensreducerande	29
4.8.3 Diskussion.....	30
5 SÄKERHET FÖR TREDJE MAN.....	33
5.1 OLYCKA DÄR TÅGET LÄMNAS SPÅROMRÅDET	33
5.2 OLYCKA MED FARLIGT GODS	33
5.2.1 Olycksfrekvenser.....	34
5.2.2 Konsekvenser.....	34
5.2.3 Riskberäkning	36
5.3 RESULTAT.....	36
6 PLANKORSNINGSOLYCKOR	38

6.1	RESULTAT.....	38
7	MILJÖ.....	40
7.1	GENOMFÖRANDE	40
7.2	ÖVERGRIPANDE RISKIDENTIFIERING	40
7.3	KOMPLETTERING TILL MILJÖRISKANALYSEN FRÅN 1999	42
7.4	RESULTAT DRIFTSKEDE.....	42
8	ARBETSMILJÖRISKER UNDER ANLÄGGNINGSSKEDET	44
9	DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	45
10	REFERENSER.....	48

Bilagor

Bilaga 1 Plankorsningar.

Bilaga 2 Händelseträäd för beräkning av konsekvenser för ombordvarande.

Bilaga 3 Beräkning av risk för tredje man

Sammanfattning

Föreliggande utredning utgör ett underlag till järnvägsutredning för utbyggnad av järnvägen mellan Varberg och Hamra. Syftet med analysen har varit att klarlägga hur risksituationen i Varberg förändras efter utbyggnad av en järnvägstunnel under Varbergs centrum. Eventuella skillnader mellan ett utförande med dubbelspårstunnel respektive två enkelspårstunnlar har också belysts. Analysen har omfattat befintlig sträckning (nollalternativet) samt två olika sträckningar med tunnel, SMTÖ och CT.

Det huvudsakliga syftet med analysen har varit att belysa *skillnaderna* mellan föreslagna alternativ för den aktuella järnvägssträckan. Härvid har skillnaderna dels mellan det nuvarande spåret (nollalternativet) och tunnelalternativen, dels mellan de två olika utformningarna av tunneln, belysts.

Analysen var inriktad mot att belysa skillnader mellan alternativen ur flera olika riskaspekter. För att möjliggöra en samlad bedömning för jämförelse av alternativen har analysen utförts med avseende på följande kriterier:

- säkerhet för ombordvarande på tågen
- säkerhet för tredjeman
- miljörisker i anläggningskedet och driftskedet
- olycksrisker vid plankorsningar
- arbetsmiljörisker vid tunnelbyggnation

För var och en av de olika delarna i riskanalysen har alternativen jämförts med varandra. Därefter har en samlad bedömning utförts av vilket alternativ som utgör den lägsta totalrisken. Skillnader mellan en utbyggnad med dubbelspårstunnel respektive två enkelspårstunnlar redovisas också.

Utifrån den genomförda riskanalysen har följande slutsatser dragits:

- I en samlad bedömning är tunnelalternativen bättre än nollalternativet. I de fall erforderliga säkerhetshöjande åtgärder enligt BVH 585.30 genomförs, uppvisar tunnelalternativen likvärdig eller högre säkerhetsnivå än nollalternativet för fyra av de fem studerade riskkategorierna. Det är endast i fallet arbetsmiljörisker som tunnelalternativet naturligt nog är sämre.
- Det är endast med avseende på säkerhet för ombordvarande som några skillnader mellan de olika tunnelutformningarna (en dubbelspårstunnel eller två enkelspårstunnlar) kunnat identifieras. Huruvida enkelspårstunnel eller dubbelspårstunnel är att föredra beror på de säkerhetshöjande insatser som genomförs. Utan riskreducerande åtgärder (utöver normalstandard enligt BVH 585.30) bedöms enkelspårstunnlar ha en något högre säkerhet för ombordvarande.

- För att uppfylla kraven på säkerhet enligt BVH 585.30 måste säkerhetshöjande åtgärder införas, oavsett vilket tunnelalternativ som väljs. Hur dessa åtgärder i detalj skall utformas måste utredas ytterligare. Aktuella riskreducerande åtgärder är framför allt nödbromslogik, evakueringstunnlar, utbildning och övning av tågpersonal, tågradio samt tidtabellsjustering.
- Risksituationen för tredje man är i stort sett likvärdig mellan alternativ SMTÖ och CT. Alternativ CT har en något lägre risknivå än alternativ SMTÖ beroende på en något lägre boendetäthet kring järnvägssträckningen
- Den mest allvarliga olyckstypen för ombordvarande är brand i ligg/sovvagn. För att reducera konsekvenserna kan åtgärden "nödbromslogik" införas, vilket bedöms minska möjlig frekvens med uppemot en tiopotens. Denna åtgärd föreslås kompletteras med utbildning/övning av tågpersonal. Vid dubbelspårstunnel föreslås utrymningsvägar i form av separata räddningstunnlar med c/c avstånd 600 m. Det innebär att medelavståndet till en räddningstunnel blir 300 m, vilket uppfyller ställda säkerhetskrav. För enkelspårstunnlar föreslås istället utrymningsvägar i form av tvärtunnlar med samma avstånd.
- Den största riskskillnaden mellan tunnelalternativen och nollalternativet är vad avser plankorsningar. I tunnelalternativen förekommer inga plankorsningar. För nollalternativet finns sju plankorsningar som kan innebära 0,057 omkomna/svårt skadade människor per år. Tunnelalternativen är i detta avseende klart bättre.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Föreliggande utredning utgör ett underlag till järnvägsutredning för utbyggnad av järnvägen mellan Varberg och Hamra.

Tidigare har riskanalyser för den aktuella sträckan utförts med fokus på följande frågor:

- miljörisker under bygg- och driftskedet, inklusive farligt gods i driftskedet (1998)
- risker för tredje man med avseende på farligt gods (1998, uppdatering av 1992 års utredning).

Säkerheten för ombordvarande på tåget vid trafik genom tunnlar har inte tidigare utretts specifikt.

1.2 Syfte

Syftet med denna riskanalys är att klarlägga hur risksituationen i Varberg förändras efter utbyggnad av en järnvägstunnel under Varbergs centrum. Eventuella skillnader mellan ett utförande med dubbelspårstunnel respektive två enkelspårstunnlar skall också klarläggas.

1.3 Omfattning

Riskanalysen omfattar beräkning av risksituationen för miljön i Varberg, tågpassagerarna och tredje man efter utbyggnad av dubbelspår i tunnel under Varberg. Beräknad risksituation jämförs med risksituationen utan ombyggnad av järnvägen, dvs. ett så kallat Nollalternativ.

Riskberäkningen utförs för järnvägsutredningens båda sträckningsalternativ SMTÖ och CT.

Eventuella skillnader mellan en utbyggnad med dubbelspårstunnel respektive två enkelspårstunnlar redovisas också.

Utifrån resultaten i riskanalysen beskrivs också möjliga riskreducerande åtgärder.

1.4 Genomförande

Studien har genomförts av Scandiaconsult Sverige AB, Göteborg på uppdrag av Banverket. Medverkande från Banverket har främst varit Per Rosquist och Eva Blomquist. Arbetet har utförts av Sofia Book, Linda Danielsson, Lars Grahn och Lars Rosén, Scandiaconsult Sverige AB, samt Jan Malmtorp, JLM Tunnelkonsult.

Samråd har under arbetets gång hållits med främst Räddningstjänsten i Varberg, men även Stadsbyggnadskontoret i Varberg och Länsstyrelsen i Hallands län.

2 Metodik

2.1 Utvärderingskriterier

Det huvudsakliga syftet med analysen har, som ovan nämnts, varit att belysa *skillnaderna* mellan föreslagna alternativ för den aktuella järnvägssträckan. Härvid har skillnaderna dels mellan det nuvarande spåret (nollalternativet) och tunnelalternativen, dels mellan de två olika utformningarna av tunneln, belysts.

Analysen är inriktad mot att belysa skillnader mellan alternativen ur flera olika riskaspekter. För att möjliggöra en samlad bedömning för jämförelse av alternativen har analysen utförts med avseende på följande kriterier:

- säkerhet för ombordvarande på tågen
- säkerhet för tredjeman
- miljörisker i anläggningsskedet och driftskedet
- olycksrisker vid plankorsningar
- arbetsmiljörisker vid tunnelbyggnation

För var och en av de olika delarna i riskanalysen har alternativen jämförts med varandra. Därefter har en samlad bedömning utförts av vilket alternativ som utgör den lägsta totalrisken.

2.2 Genomförande av analys

Arbetet omfattar ett flertal delar och genomförandet beskrivs principiellt i Figur 1.1. Nedan beskrivs kortfattat genomförandet av respektive delmoment:

Säkerhet för ombordvarande

Jämförelsen har utgått ifrån BVH 585.30 (Banverket, 1997) samt tidigare genomförda riskanalyser vid likartade projekt. Det har inte varit möjligt att inom ramen för detta projekt utföra en detaljerad riskanalys enligt handboken. Därför har olyckstyper och olycksscenarier beskrivits utifrån handboken och detaljerade riskanalyser från likartade projekt. Detta underlag har därefter använts som referensinformation och skillnader gällande olycksfrekvenser och konsekvenser mellan referensobjekten och de två olika tunnelalternativen vid Varberg har sedan beskrivits. Detta har slutligen resulterat i en jämförelse mellan de två tunnelalternativen som är baserad på "normalvärden" som justerats med avseende på de specifika förhållandena vid Varberg. Den genomförda analysen kan därmed betraktas som ett mellanting mellan en detaljerad riskanalys enligt BVH 585.30 och en översiktlig jämförelse.

Säkerhet för tredjeman vid olyckor med farligt gods

Denna analys har utförts med hjälp av Räddningsverkets beräkningsprogram Bfk (RIB, 2001) varvid antalet omkomna personer i närliggande bostadsområden till följd av en farligtgoodsolycka beräknats.

Plankorsningsolyckor

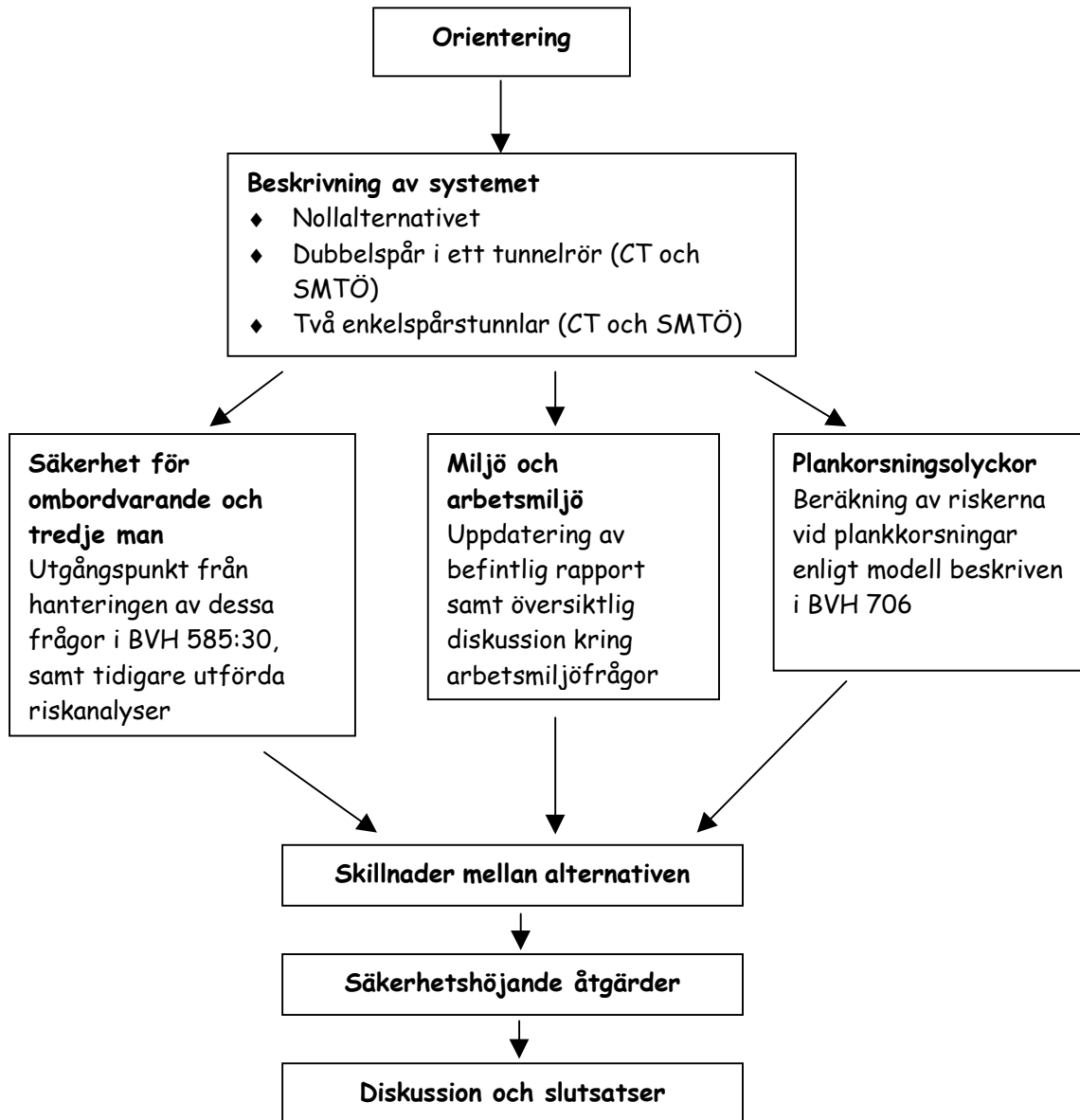
En beräkning av förväntat antal omkomna/svårt skadade vid plankorsningsolyckor har utförts för de olika alternativen. Beräkningen har utförts enligt den beräkningsmodell som beskrivs av Fredén (2000).

Miljörisker i anläggnings- och driftskede

Vid bedömningen av riskerna för miljön har en relativ jämförelse gjorts. Bedömningen är baserad på den utredning som tidigare genomförts av Scandiaconsult (1999).

Arbetsmiljörisker vid tunnelbyggande

I detta moment har en beskrivning av arbetsriskerna vid tunnelbygge resulterat i en översiktlig jämförelse mellan nollalternativet och tunnelalternativen.



Figur 1.1 Schematisk beskrivning av riskanalysarbetet.

3 Beskrivning av alternativen

3.1 Nollalternativet

Nollalternativet innebär att befintligt enkelspår bibehålls. Befintlig bansträckning ansluter till nytt dubbelspår strax norr om Getteröbron, där staden övergår i landsbygd. Öster om järnvägen utgörs bebyggelsen närmast banan av industribyggnader och ett fåtal bostadshus insprängda mellan industribyggnaderna.

Söder om Getteröbron breddas järnvägsområdet och övergår till en bangård som omges av verksamhetsområden på båda sidor bl.a. ett industriområde och ett avloppsreningsverk.

Söder om stationsbyggnaden avslutas bangården vid järnvägsparken och Engelska parken där det övergår i enkelspår. Järnvägen passerar mellan centrumområdet och Societetsparken. Två signalreglerade plankorsningar med bommar sörjer för passagen över spårområdet.

Söder om Engelska parken går bansträckningen förbi Domushuset och passerar under två broar som förbinder bebyggelsen på båda sidor om järnvägen. Den högre belägna bebyggelsen vid Platsarna medför att järnvägen går i skärning för att i närheten av Strandpromenaden gå ut på en 5 m hög bank. En vägport leder Ringvägen ner till stranden.

Hästhagabergen passeras genom en kraftig bergskärning. Vid Apelvikens kurort går sträckningen på bank med passager för gångtrafik förbi Hästhagabergens sydsluttning respektive biltrafik vid Sanatorievägen.

Vid Apelviken går sträckningen tätt inpå campingplatsen, badstranden och fritidsbebyggelsen. Två reglerade plankorsningar samt flera övergångar för fotgängare i plan sörjer för kommunikationerna över järnvägen. Sträckningen går i huvudsak på bank med ca en till två meters höjd över omgivande mark

Apelvikens fritidshusområde upphör strax innan Jonstaka där järnvägen går över Västkustvägen som ligger i nedsänkt läge. Härifrån fortsätter järnvägen i rak sträckning vidare bort mot Hamra där den ansluter till befintligt dubbelspår. Mellan Jonstaka och Hamra går sträckningen på en låg järnvägsbank.

3.2 SMTÖ

I norr ansluter föreslagen bansträckning till det redan utbyggda dubbelspåret vid Lassbacka, strax norr om Getteröbron. En ny bangård lokaliseras till området norr om Getteröbron. Bangården planeras bli utbyggd på en sträcka av 800 m varvid spårområdet väster om nuvarande utvidgas med ca 50 m. Den planerade bangården ersätter den befintliga bangården vid Varbergs station. Bangården kommer att användas

till uppställning av tåg. Någon rangering är inte planerad.

Ny station förläggs till sträckan mellan Magasinsgatan och godsmagasinet ca 200 m norr om befintlig station, på en nivå av ca 7,5 m under omgivande mark. Stationen planeras med totalt fem spår, två genomgående, två sidospår med plattform samt ytterligare ett för Viskadalsbanan.

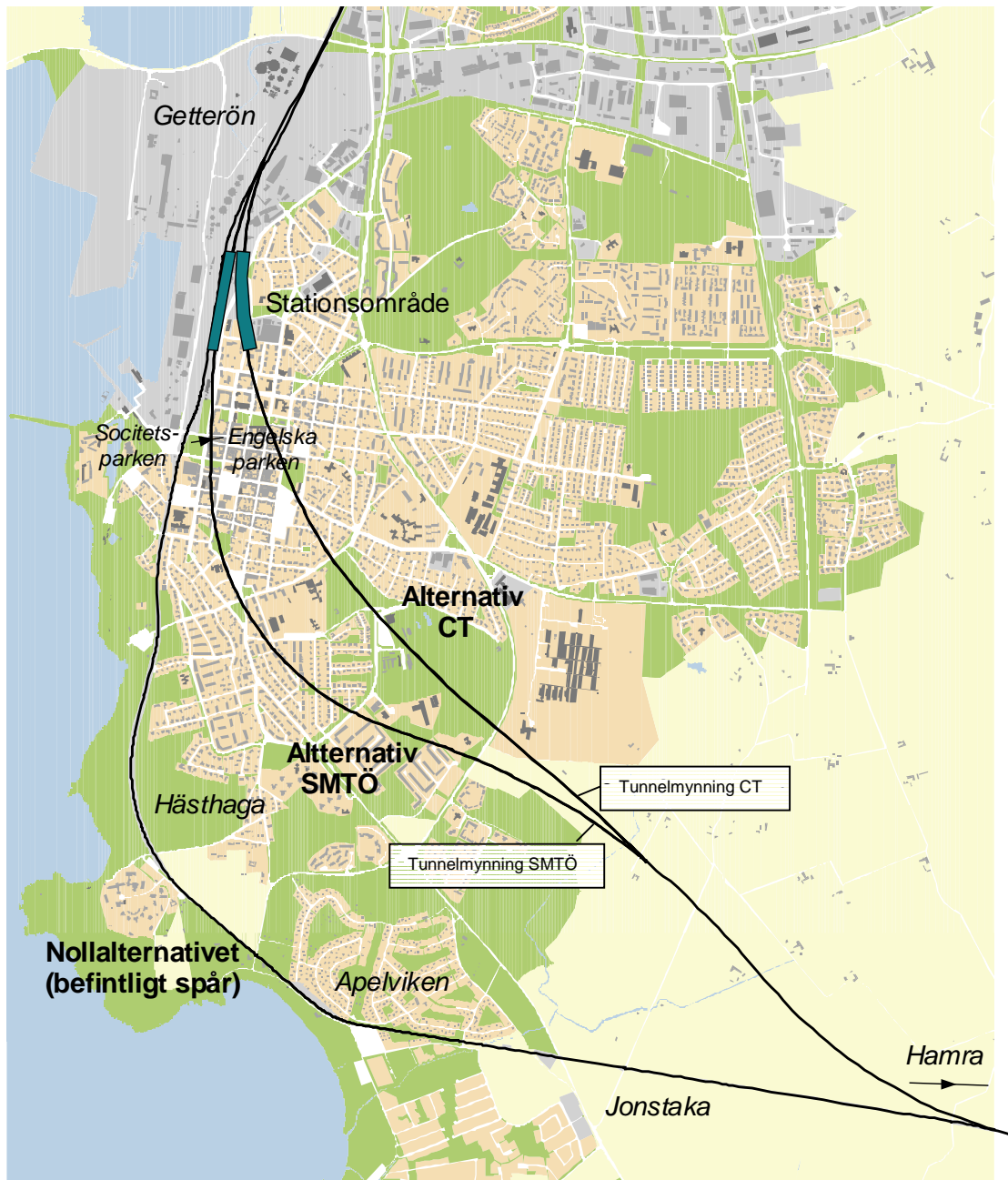
Från stationsområdet går bansträckningen in i en ca 300 m lång betongtunnel som övergår till bergtunnel med sin lägsta nivå på ca -14,5 m ö h. I söder mynnar bergtunneln i slutningsterrängen söder om Varbergs sjukhus mot Brearedsområdet och går i en kurva mot sydost. Från det södra tunnelpåslaget följer bansträckningen i stort sett befintlig marknivå och ansluter till befintligt utbyggt dubbelspår strax söder om Hamra. Längs järnvägens sträckning i Breared planeras överskottsmassor nyttjas till dels bullerskärm mot framtida bebyggelse och landskapsgestaltande åtgärder.

3.3 CT

Alternativ CT följer i stort samma sträckning som SMTÖ norr och söder om tunneln. Det enda som skiljer är läget för stationsområdet, som planeras lokaliseras strax öster om stationsområdet för SMTÖ, ca 500 m norr om befintlig station. Dessutom mynnar tunneldelen för CT strax nordost om SMTÖ i söder, se figur 3.1.

3.4 Två tunnlar med enkelspår

Bansträckningen antas vara densamma som för alternativet dubbelspårstunnel. Skillnaden mellan detta alternativ och alternativet med dubbelspårstunnel är att det är två enkelspårstunnlar istället för en dubbelspårstunnel.



Figur 3.1. Karta över bansträckning för nollalternativet och tunnelalternativen.

4 Säkerhet för ombordvarande

4.1 Allmänt

Utifrån statistik över olyckstillbud kan det konstateras att järnvägen är ett av de säkraste transportalternativen, plankorsningsolyckor undantagna. De största tågolyckorna på senare år har varit Lerum (1987), 9 omkomna och 130 skadade, och Sköldinge (1990), 2 omkomna och 53 skadade. Genom bättre tågledning, utbyggnad av ATC-systemet och förbättrad banstandard har antalet allvarliga sammanstötningar och urspårningar minskats.

Någon allvarlig tunnelolycka har ännu inte inträffat i Sverige. Korta tunnlar är säkrare än markspår eftersom färre olyckstyper är möjliga. Exempelvis föreligger ingen risk för solkurvor eller snövallar i tunnlar. Längre tunnlar bedöms dock medföra förhöjd risk på grund av de allvarliga konsekvenser som kan uppstå eftersom utrymning och räddningsinsatser försvåras. Exempelvis blir konsekvenserna vid utrymning vid brand i passagerarvagn för ett tåg som stannar utanför tunnel sannolikt mycket mindre än om utrymningen sker när tåget stannat inne i en tunnel. Om ett annat tåg befinner sig samtidigt i tunneln ökar mängden människor som kan utsättas för rök då denna kan dras in i ventilationssystemet. Om andra, ej brinnande, persontåg av någon anledning blir stående där ökar antalet människor som måste utrymma genom tunneln.

Samhällets förväntningar på järnvägstrafiken är att sektorn ska öka sin konkurrensförmåga samt ytterligare förbättra säkerheten. I BVH 585.30 beskriver därför Banverket (1997) en ambitionsnivå och värderingsmetodik för utformning av tunnlar med avseende på säkerhet för ombordvarande. Ambitionsnivån för tunnlar har definierats som följer nedan. Definitionen avser risk per km oavsett trafikarbete.

"Järnvägstrafik per kilometer i tunnlar ska vara lika säker som järnvägstrafik per kilometer på markspår exklusive plankorsningar."

4.2 Metodik

Värderingen av säkerhet för ombordvarande har gjorts med utgångspunkt i BVH 585.30, vilken beskriver hur en järnvägstunnel skall utformas och utrustas med avseende på säkerhet för ombordvarande på tåget. Metodiken i handboken är dock inte avsedd att utreda frågan om val av alternativ. Ett av de centrala syftena med BVH:n är istället att skapa förutsättningar för säkerhetsvärdering i ett godtyckligt fall. Därutöver skall ambitionsnivån för säkerhet uppfyllas. Detta innebär att för varje tunnelloösning skapas ett alternativ som är lika säkert som alla andra alternativ, som i sin tur är lika säkert som markspår, vilket motsvarar Banverkets gällande ambitionsnivå. *Skilnaden kommer därigenom att handla om det bedömda resursbehovet för att skapa förutsättningar för denna lika höga säkerhet.* I den föreliggande utredningen har därför principen för riskanalysen hämtats från BVH 585.30, men fokus har utifrån detta varit

på skillnaderna mellan alternativen, snarare än att beräkna absoluta risknivåer. Dessutom har säkerheten för ombordvarande på markspår inkluderats i analysen.

Jämförelsen mellan de tre alternativen har omfattat följande moment:

1. *Beskrivning av trafiksystemet*

Denna beskrivning av tunnel, bana, tåg, trafik och yttre assistans utgjorde grund för de antaganden och bedömningar som görs vid värderingen av tunnelsäkerhet.

2. *Olycks katalog och olycksfrekvenser*

Här identifierades möjliga olyckstyper för de olika alternativen och utformningarna. De huvudsakliga olyckssituationerna i all järnvägstrafik är *urspårning*, *sammanstötning* och *brand*. Efter identifieringen av olyckstyper beräknades olycksfrekvenser för dessa olyckstyper i tunnel och på markspår. Alternativskiljande olyckstyper granskades särskilt. Olycksfrekvenser med avseende på urspårning beräknades enligt den modell som beskrivs av Fredén (2000). För sammanstötning och brand finns inte motsvarande beräkningsmodell. Därför användes statistik från BVH 585.30 samt Sparre (1995) för att kvantifiera dessa frekvenser.

3. *Olycks konsekvenser i tunnel*

För bedömningen av olycks konsekvenser valdes ett referensobjekt där en säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30 har utförts. Objektet som valdes är den planerade tunneln på Västkustbanan i Falkenberg, Tröingebergstunneln, eftersom detta objekt till stora delar uppvisar liknande förhållanden som i Varberg, exempelvis rörande tunnelns och stationsområdets inbördes placering. De händelseträdd som upprättats för Tröingebergstunneln antogs kunna representera en dubbelspårstunnel i Varberg. Med utgångspunkt från denna analys skapades nya händelseträdd, specifikt för förhållandena i två enkelspårstunnlar vid Varberg.

4. *Olycks konsekvenser på markspår*

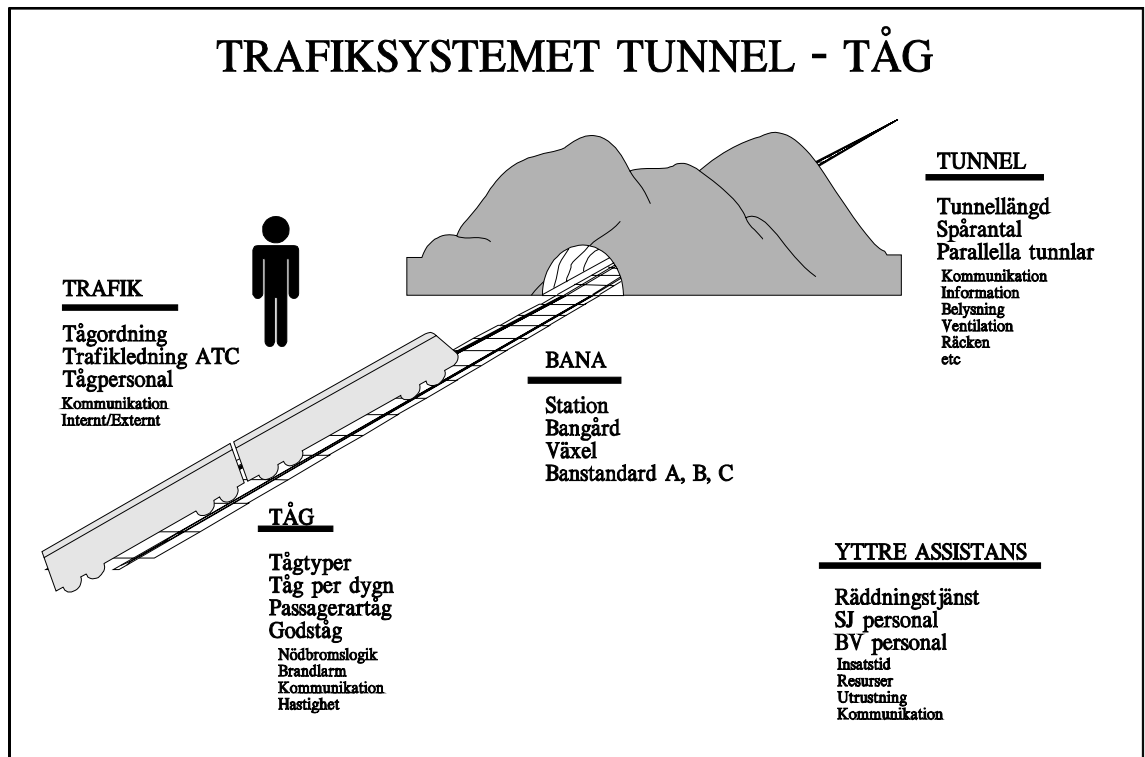
Konsekvenserna på markspår måste betraktas som mindre omfattande än motsvarande olyckstyp i tunnel. Särskilt gäller detta de mera allvarliga konsekvenstyperna, såsom flera döda och många döda. De saknas egentliga beräkningsmodeller för att beräkna konsekvenserna för olika konsekvensklasser. Däremot ger befintlig statistik, redovisad exempelvis i BVH 583.30 och Sparre (1995) underlag för mera ungefärliga bedömningar. I befintlig statistik finns inte den allvarligaste konsekvensen (många döda) representerad.

5. *Riskreducerande åtgärder*

Här beskrevs de förebyggande åtgärder som kan genomföras i avsikt att minska olycksfrekvensen, exempelvis justering av tidtabell och nödbromsblockering, eller olycks konsekvensen, exempelvis utbildning av tågpersonal och anläggning av utrymningsvägar.

4.3 Beskrivning av trafiksystemet

I följande kapitel redovisas en översiktlig beskrivning av systemet med avseende på tunnel, bana, tåg, trafik och yttre assistans. I Figur 4.1 redovisas en schematisk beskrivning av trafiksystemet tunnel-tåg.



Figur 4.1 Schematisk beskrivning av trafiksystemet tunnel-tåg. (Efter BVH 585:30, 1997)

4.3.1 Tunnel

Tunneln är den centrala delen i systembeskrivningen enligt BVH 585:30. Faktorer, såsom längd, spårantal, parallelltunnlar, teknisk data och omgivningsbeskrivning utgör grunden för en säkerhetsvärdering. Utöver dessa styrande faktorer tillkommer möjlighet för utrymning, angreppsvägar, information och kommunikation.

Nollalternativ

Inga tunnlar.

Tunnel med dubbelspår

- En tunnel med dubbelspår.
- Tunnellängden blir 3050 m för SMTÖ och 2550 m för CT.

- Banan övergår från en svag nedförsbacke i tunnelns ena del till horisontalläge i mitten och en svag uppförsbacke i tunnelns andra del.

Två tunnlar med enkelspår

Samma geometriska utformning som för en dubbelspårstunnel, fast med två tunnelrör med var sitt enkelspår.

För båda tunnelalternativen görs antagande om utrustning enligt normalstandard för tunnel (BVH 585.30):

- Gångbanor, varav den ena hårdgjord, på bägge sidor i tunneln med handföljare (räcken). Gångbanor anslutna till uppsamlingsplatser inne och utanför tunneln.
- Detektorer för brand (värme/rök).
- Belysning i tunnel (även vid strömbortfall) och evakueringsvägar samt uppsamlingsplatser.
- Belysta/ljusa skyltar var 100:e meter med information om avstånd till utrymningsvägar och avstånd till nöd-/larmtelefon.
- Telefoner vid tunnelmynningarna och var 300:de meter i tunneln.
- Dränerings- och uppsamlingssystem för vätskor.

4.3.2 Bana

Banans upplägg med avseende på spårlayout, växlar och närhet till stations- och bangårdsområden utgör väsentlig information för att bedöma frekvenser för urspårningar och sammanstötningar.

Nollalternativet:

- Banan är enkelspårig.
- Banan är försedd med fjärrblockering och ATC
- Banans klass är typ A med helsvetsad räls och betongslipers på makadamballast
- Växlar finns på stationsområdet, 5 st i huvudspår och 70 st i sidospår, samt vid anslutning till dubbelspår norr om Varberg och vid Hamra.
- Plankorsningar med helbom/halvbom finns på 7 platser (Varberg station, Norra Hamnvägen, Södra Hamnvägen, Stora Apelviken, Hobbyvägen, Wallinsvägen och Kolyckevägen). Det finns dessutom två övergångar för gång/cykelväg med fälla/grind, samt 7 övergångar utan skydd, se Bilaga 1.

Tunnelalternativen:

- Banan är dubbelspårig
- Banan förses med fjärrblockering och ATC
- Dimensionerande hastighet är 250 km/h för mjuka tåg med boogie
- Banans klass är typ A med helsvetsad räls och betongslipers på makadamballast
- Urspårningsräler antas finnas i tunnel
- Växlar finns på stationsområdet, ca 17 st i huvudspår och 35 st i sidospår

För båda tunnelalternativen görs antagande om utrustning enligt normalstandard för bana (BVH 585.30), vad gäller följande:

- Spårbyggnad och spårstandard, samt övrig konstruktion på växlar, detektorer etc
- Besiktning och underhåll
- Personalutbildning, uppföljning, rutiner etc.
- Fysisk begränsning av urspårat fordons off-set
- Fjärrblockering
- Sektionering av bana och kontaktledning

4.3.3 Tåg

Tågtyp (passagerartåg, godståg) samt brandlarm, kommunikation och förekommande tåghastigheter utgör information för att bedöma frekvenser för brand och urspårningar.

Banan trafikeras av följande tågtyper: interregio, regionaltåg, snabbtåg, lokaltåg samt godståg. Godstågen antas utgöras av fjärrgodståg. En del vagnar stannar i Varberg men de flesta fortsätter förbi. Transporter är oftast södergående. I motsatt riktning är vagnarna mestadels tomma. Farligt gods medförs i vissa av godstågen, se vidare Trafik.

Aktuella tågtyper skiljer ej mellan nollalternativ, tunnel med dubbelspår, respektive två tunnlar med enkelspår.

För båda tunnelalternativen görs antagande om utrustning enligt normalstandard för tåg (BVH 585.30), vad gäller följande:

- Urval av personal, utbildning, uppföljning, instruktioner och rutiner inom trafiksäkerhet
- Beredskapsövningar i bedömning av olyckssituation och första hjälpen, samt utrustning
- Besiktning och underhåll
- Utrustning för telekommunikation hos förare och TM/tågpersonal för extern kommunikation (befintligt BV-system)
- Högtalare i passagerarutrymmen (opererbar från både förare och TM/tågpersonal)
- Hjälpmedel hos tågpersonal för att stoppa övrig trafik, ex blinkande ljus, skyltar, kortslutnings- (fjärrblockerings) don.
- Handsläckarutrustning i personal- och passagerarutrymmen, samt automatisk släckutrustning i lok- och drivenheter etc.
- Flamsäkra material i inredningar, textilier etc, samt brandbeständiga el-utrustningar och kablage.
- Anvisning till passagerare i form av informationstavlor i passagerarutrymmen
- Godsvagnar med bra system för lastsäkring, slutna vagnar eller tillfredsställande system för fastsättning.
- Lok med stabil front, krossäker ruta och deformationszon framför föraren.
- Nödutgångar utanför deformationszoner.

4.3.4 Trafik

Tågordning och trafikledning med trafikledningssystem samt den operativa personalen utgör en del av systemet Trafik. Trafiken på banan sköts av trafikledningscentralen i Göteborg. Trafikutvecklingen har bedömts av Banverket (2001) utifrån kort sikt (år 2010) för en utbyggnad till dubbelspår:

- Genomsnittligt antal tågpassager per dygn är totalt 100 st norr om stationen, (inkl lokaltåg 16/dygn) varav 28 utgörs av godståg och övriga resandetåg (prognos 2010). Söder om stationen är det genomsnittliga antalet tågpassager per dygn totalt 84 st, varav 28 utgörs av godståg och övriga resandetåg (prognos 2010).
- Farligt gods bedöms medföras av samtliga godståg.

För båda tunnelalternativen görs antagande om utrustning enligt normalstandard för trafik (BVH 585.30), bl.a. vad gäller följande:

- Krav på tågordning, tågtäthet, tågsammansättning, hastighet etc.
- Planer, övningar, organisation, kommunikation. Samordning av resurser samt hantering av larm.
- Beredskap mot sabotage och förberedelser av sabotage.
- Godslista över farligt gods hos förare med uppgift om typ, kvantitet och plats i tåget.
- Fjärrblockering, blockering av parallellspår vid olycka.
- Avskiljning och evakuering av brinnande vagn från övriga vagnar. I tunnelalternativen utkörning ur tunneln.

Dessutom har tågpersonalen möjlighet att upptäcka avvikelser innan olyckssituationer inträffar.

4.3.5 Yttre assistans

När en olycka uppstått kan personal och passagerare vara i behov av yttre assistans. Med yttre assistans avses såväl Banverkets och trafikörens som räddningstjänstens resurser och personal. Räddningstjänstens insatsmöjligheter är till stor del beroende av olyckans typ och omfattning samt insatstid och utrustning.

För båda tunnelalternativen görs antagande om utrustning enligt normalstandard för trafik (BVH 585.30, 1997), vad gäller:

- Resursplanering, organisation, resurser, övningar etc
- Telefon vid tunnelmyningarna
- Jordade eluttag i anslutning till belysning
- Anslutningsvägar till tunnelöppningar och uppsamlingsplatser
- Landningsplats för helikopter.

4.4 Olyckskatalog och olycksfrekvenser

De tänkbara olycksituationer längs den aktuella bansträckningen som kan leda till skadade och dödade människor identifierades. De huvudsakliga olyckssituationerna i all järnvägstrafik är *urspårning*, *sammanstötning* och *brand* samt kombinationer av dessa.

Olyckskatalogen nedan innehåller avser olyckssituationer som kan leda till skadade eller dödade människor på tåget. Samtliga olyckshändelser för dubbelspår kan kompliceras av att ett tåg passerar på andra spåret när ett tåg står stilla på grund av någon av de ovan nämnda olyckssituationerna.

Olyckor med godståg värderas endast när de utgör en risk för resande. Exempelvis behandlas ett urspårat godståg endast om en sammanstötning med resandetåg är möjlig. Säkerhetstekniska åtgärder som kan bli aktuella för resandetåg fungerar lika bra för personal på godståg.

I Tabell 4.1-4.4 redovisas olyckskatalog med beräknade olycksfrekvenser per tågkm för markspår (enkelspår och dubbelspår), dubbelspårtunnel samt två enkelspårtunnlar. I kap 4.4.1-4.4.2 redovisas de antaganden och beräkningar som olycksfrekvenserna bygger på.

Vid beräkningen av olycksfrekvenser har sträckningen för de olika alternativen delats in i följande delsträckor:

SMTÖ	norr om stationen tunnel söder om stationen
CT	norr om stationen tunnel söder om stationen
Nollalternativet	norr om stationen söder om stationen

Tabell 4.1 Olycks katalog för markspår (dubbel).

Olyckssituation	Tågtyp	Frekvens (per tågkm)	Kommentar
Urspårning persontåg	Persontåg (U1)	$7,6 \cdot 10^{-8}$ (söder om stationen) $2,4 \cdot 10^{-8}$ (norr om stationen)	
Urspårning godståg	godståg (U2)	$5,5 \cdot 10^{-7}$ (söder om stationen) $1,2 \cdot 10^{-6}$ (norr om stationen)	Kan påverka när ett urspårat godståg blir påkört av ett mötande persontåg.
Sammanstötning persontåg	persontåg-persontåg (S1) persontåg-godståg (S2) persontåg-övrigt spårbundet (S3) persontåg-tungt föremål (S4)	$6,5 \cdot 10^{-9}$ $5,1 \cdot 10^{-9}$ $2,4 \cdot 10^{-8}$ $3,9 \cdot 10^{-8}$	
Sammanstötning godståg	godståg-godståg godståg-övrigt spårbundet godståg-tungt föremål		Kan ej påverka resandetåg.
brand persontåg	persontåg (sitt/restaurangvagn) (B1) persontåg (ligg/sovvagn) (B2) persontåg (lok) (B3)	$5,3 \cdot 10^{-8}$ $1,5 \cdot 10^{-8}$ $5,5 \cdot 10^{-8}$	
brand godståg	godståg (godsvagn) godståg (lok)		Kan ej påverka resandetåg.

Tabell 4.2 Olycks katalog för markspår (enkel).

Olyckssituation	Tågtyp	Frekvens (per tågkm)	Kommentar
urspårning persontåg	persontåg (U1)	$7,7 \cdot 10^{-8}$ (söder om stationen) $1,2 \cdot 10^{-7}$ (norr om stationen)	
urspårning godståg	godståg (U2)	$5,5 \cdot 10^{-7}$ (söder om stationen) $7,2 \cdot 10^{-7}$ (söder om stationen)	Kan ej påverka persontåg på mötande spår.
sammanstötning persontåg	persontåg-persontåg (S1) persontåg-godståg (S2) persontåg-övrigt spårbundet (S3) persontåg-tungt föremål (S4)	$6,5 \cdot 10^{-9}$ $5,1 \cdot 10^{-9}$ $2,4 \cdot 10^{-8}$ $3,9 \cdot 10^{-8}$	
sammanstötning godståg	godståg-godståg godståg-övrigt spårbundet godståg-tungt föremål		Kan ej påverka resandetåg.
brand persontåg	persontåg (sitt/restaurangvagn) (B1) persontåg (ligg/sovvagn) (B2) persontåg (lok) (B3)	$5,3 \cdot 10^{-8}$ $1,5 \cdot 10^{-8}$ $5,5 \cdot 10^{-8}$	
brand godståg	godståg (godsvagn) godståg (lok)		Kan ej påverka resandetåg.

Tabell 4.3 Olyckskatalog för tunnel med dubbelspår.

Olyckssituation	Tågtyp	Frekvens (per tågkm)	Kommentar
urspårning persontåg	Persontåg (U1)	$9,1 \cdot 10^{-8}$	
urspårning godståg	godståg (U2)	$6,0 \cdot 10^{-7}$	Kan påverka när ett urspårat godståg blir påkört av ett mötande persontåg.
sammanstötning persontåg	persontåg-persontåg (S1)	$6,5 \cdot 10^{-9}$	
	persontåg-godståg (S2)	$5,1 \cdot 10^{-9}$	
	persontåg-övrigt spårbundet (S3)	$2,4 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg-tungt föremål (S4)	$3,9 \cdot 10^{-8}$	
sammanstötning godståg	godståg-godståg		Kan ej påverka resandetåg i tunneln.
	godståg-övrigt spårbundet		
	godståg-tungt föremål		
brand persontåg	persontåg (sitt/restaurangvagn) (B1)	$5,3 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg (ligg/sovvagn) (B2)	$1,5 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg (lok) (B3)	$5,5 \cdot 10^{-8}$	
brand godståg	godståg (godsvagn)		Kan ej påverka resandetåg i tunneln.
	godståg (lok)		

Tabell 4.4 Olyckskatalog för två enkelspårtunnlar.

Olyckssituation	Tågtyp	Frekvens (per tågkm)	Kommentar
Urspårning persontåg	persontåg (U1)	$9,1 \cdot 10^{-8}$	
urspårning godståg	godståg (U2)	$6,0 \cdot 10^{-7}$	Kan ej påverka persontåg på mötande spår.
Sammanstötning persontåg	persontåg-persontåg (S1)	$6,5 \cdot 10^{-9}$	
	persontåg-godståg (S2)	$5,1 \cdot 10^{-9}$	
	persontåg-övrigt spårbundet (S3)	$2,4 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg-tungt föremål (S4)	$3,9 \cdot 10^{-8}$	
sammanstötning godståg	godståg-godståg		Kan ej påverka resandetåg i tunneln.
	godståg-övrigt spårbundet		
	godståg-tungt föremål		
brand persontåg	persontåg (sitt/restaurangvagn) (B1)	$5,3 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg (ligg/sovvagn) (B2)	$1,5 \cdot 10^{-8}$	
	persontåg (lok) (B3)	$5,5 \cdot 10^{-8}$	
brand godståg	godståg (godsvagn)		Kan ej påverka resandetåg i tunneln.
	godståg (lok)		

4.4.1 Ursparning

Ursparning kan bero på ett flertal orsaker, men i huvudsak kan banfel och fordonsfel urskiljas. Persontåg har generellt en lägre ursparningsfrekvens än godståg (se även Tabell 4.1-4.4 ovan).

Skillnaderna i olycksfrekvens för två enkelspårstunnlar jämfört med en dubbelspårstunnel är mycket små. Detta beror på att de faktorer som påverkar, förutom antal växlar, är lika för båda alternativen, exempelvis spårklass, antal vagnaxlar per tåg. I två enkelspårstunnlar finns inga växlar, jämfört med två i en dubbelspårstunnel. Detta påverkar dock olycksfrekvensen mycket lite, därför har den antagits vara lika. I tunnel antas att solkurva inte kan uppkomma.

Ursparningsfrekvensen för de olika delsträckorna för de tre alternativen skiljer beroende på antalet växlar. Endast växlar i huvudspår har inkluderats, vilket innebär att sannolikheten för en olycka överskattas något för CT och SMTÖ jämfört med nollalternativet. På sträckorna CT norr och SMTÖ norr ger det stora antalet växlar ett relativt stort bidrag till ursparningsfrekvensen.

Påkörning av ursparat tåg kan ske vid dubbelspår. Denna händelse ingår inte i beräkningen av olycksfrekvenser utan är en del av konsekvensbedömningen.

4.4.2 Sammanstötning

Sammanstötning mellan två tåg är mycket ovanligt bland annat på grund av det väl utbyggda ATC-systemet (Fréden, 2000), vilket medför att sannolikheten för en sammanstötning mellan två tåg på linjen därför är låg. Sammanstötning mellan tåg och arbetsfordon förekommer oftare än mellan tåg och tåg. Statistikställornas uppgifter om sammanstötningar mellan tåg omfattar även sammanstötning mellan tåg som förflyttas med växlingsrörelse.

Frekvensen för sammanstötning är beroende av intensiteten i trafikeringen. Sammanstötning kan ske genom att mötande tåg kolliderar eller genom att ett upphinnande tåg kör in i framförvarande. Bedömningen av olycksfrekvensen för sammanstötning har gjorts utifrån statistik (Sparre, 1995).

Olycksfrekvensen för sammanstötning är densamma för två enkelspårstunnlar och en dubbelspårstunnel. Detta eftersom styrande faktorer för olycksfrekvensen inte skiljer mellan de båda alternativen.

4.4.3 Brand

Brand kan ha olika ursprung såsom elfel, tjuvbroms och motorbrand (Sparre, 1995). Bedömningen av frekvensen för brand har gjorts utifrån tillgänglig statistik. För frekvensen för brand i persontåg skulle en något lägre nivå kunna vara motiverad eftersom frekvensen bränder inte är tillräckligt känd för X2-tåg (SSPA, 1999). 1999 hade tågtypen kört 66 miljoner tågkm utan brand.

Frekvensen för brand är inte alternativskiljande eftersom det är samma tåg m.m. för samtliga alternativ. Beräkning av brandfrekvensen för ligg- och sovvagn för de tre alternativen baseras på ett antagande om att ca 7% av persontågen är nattåg.

4.5 Förebyggande arbete

Ett långsiktigt och systematiskt säkerhetsarbete ger ständigt järnvägen en tätposition bland de allra säkraste transportslagen. Arbetet resulterar i sjunkande olycksstatistik och olycksfrekvenser och är sedan lång tid en av utgångspunkterna inom järnvägens förbättringsverksamhet. Att förebygga att olyckssituationer inträffar är således en del av säkerhetsfilosofin, och numera också en del av järnvägens säkerhetsimage. Denna filosofi omfattar även tunnelsäkerhet. Med förebyggande åtgärder avses exempelvis underhåll av tåg, bana och tunnel, samt detektorer för främmande föremål, varmgång, urspårning etc. Utöver detta är trafikledning, justering av tidtabell samt nödbromsblockering effektiva åtgärder. Mer om detta beskrivs i kap 4.8, *Riskreducerande åtgärder*.

4.6 Olyckskonsekvenser

Beräkning av konsekvenserna av en olycka har gjorts med hjälp av de händelsetråd som upprättats, se Bilaga 2. Vid upprättandet av händelsetråden valdes Tröingebergstunneln som referensobjekt eftersom tunnelalternativen i Varberg har liknande förutsättningar, exempelvis med station utanför tunneln. I Tabell 4.5 återfinns en kort beskrivning av Tröingebergstunneln.

Tabell 4.5 Kort beskrivning av Tröingebergstunneln.

Utformning	dubbelspår
Spårstandard	A (helsvetsade räls och betongslipers)
Längd	ca 1160 m
Farligt gods	andel tåg med farligt gods ca 40-50%
Hastighet	75% av resandetågen stannar vid stationen och har därför låg fart i tunneln i båda färdriktningarna. Övriga har hög fart; X2000 > 200 km/h, godståg ca 100 km/h
Insattid räddningstjänsten	10-15 min
Övrigt	urspårningsräl finns

Vid en jämförelse mellan Tröingebergstunneln och en dubbelspårstunnel i Varberg (CT eller SMTÖ) kan följande konstateras:

- Varbergstunneln är ca 3 gånger längre.
- Spårklass är densamma.
- Urspårningsräl är en standardmässig åtgärd och det kan antas att Varbergstunneln utrustas med det.
- 8% av det transporterade godset utgörs av farligt gods och godstågen passerar främst kvälls- och nattetid i Varberg (SCC Fire Safety Design, 1999). Detta är jämförbart med Tröingebergstunneln.
- Alla godståg i Varberg antas transportera farligt gods (SCC Fire Safety Design, 1999).

- När en tunnel i Varberg är utbyggd förutsätts det att SIR-projektet (Svensk Internationell Radio för järnväg) är genomfört på Västkustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg, redan innan det har stoppats.

Konsekvenserna för tunnel i Varberg skiljer sig delvis från konsekvenserna för Tröingebergstunneln. I Bilaga 2 redovisas de olika delkomponenterna i de händelsetråd som använts.

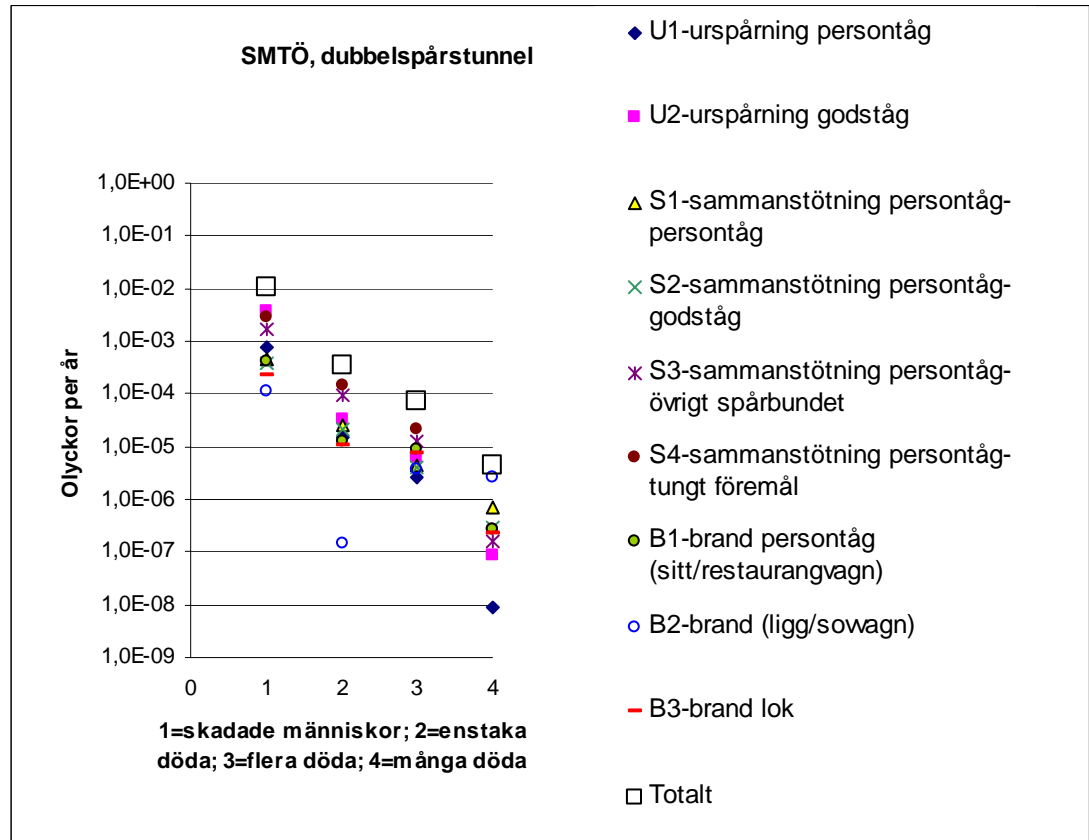
4.7 Resultat

I Figur 4.2-4.6 redovisas resultaten av beräkningarna av riskerna för ombordvarande för de olika alternativen. I Tabell 4.6. redovisas förklarande text till förekommande beteckningar på olyckstyper i matriserna.

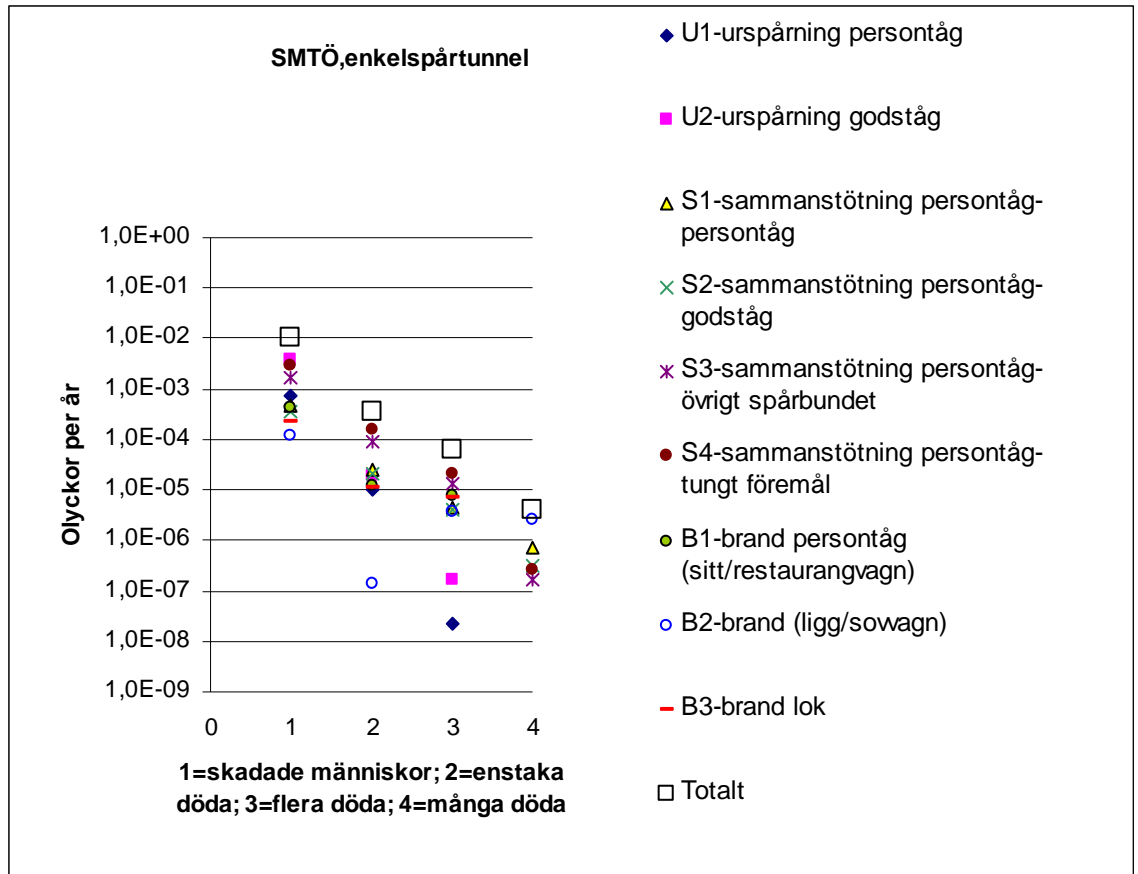
Tabell 4.6. Redovisning av förekommande olyckstyper och deras beteckning i matrisen.

Olyckssituation	Tågtyp	Beteckning
urspårning persontåg	persontåg	U1
urspårning godståg	godståg	U2
Sammanstötning persontåg	persontåg-persontåg	S1
	persontåg-godståg	S2
	persontåg-övrigt spårbundet	S3
	persontåg-tungt föremål	S4
brand persontåg	persontåg (sitt/restaurangvagn)	B1
	persontåg (ligg/sovvagn)	B2
	persontåg (lok)	B3

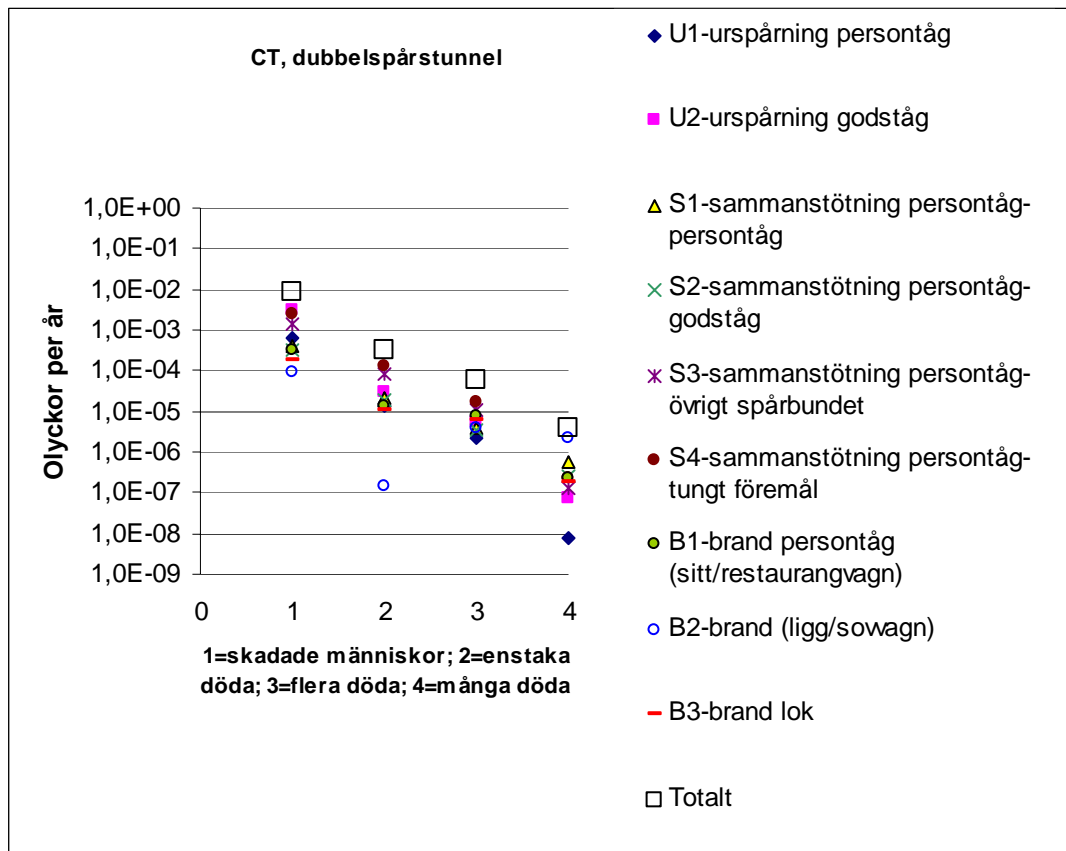
I Figur 4.2-4.6 finns fyra olika konsekvensklasser representerade. De olycksfrekvenser som anges representerar en jämförelse med avseende på tunnelsäkerhet mellan de olika alternativen. Eftersom en förenklad form av riskberäkning genomförts, där syftet i första hand varit att belysa skillnaderna, kan inte resultaten användas för att jämföra om ambitionsnivån enligt BVH 585.30 har uppnåtts. I Figur 4.7 redovisas en jämförelse mellan de olika alternativen i form av summerade sannolikheter för möjliga olyckstyper för respektive konsekvensklass.



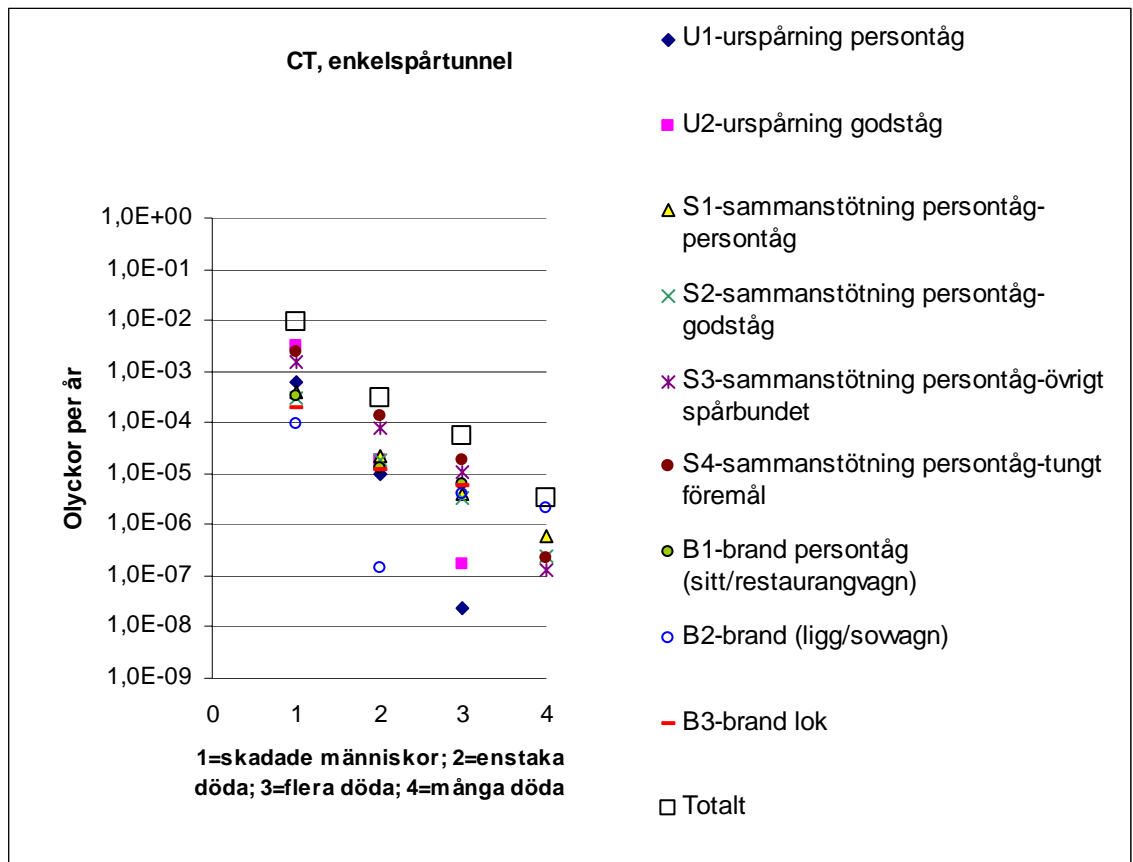
Figur 4.2. Risker för ombordvarande för alternativet dubbelspårstunnel, SMTÖ.



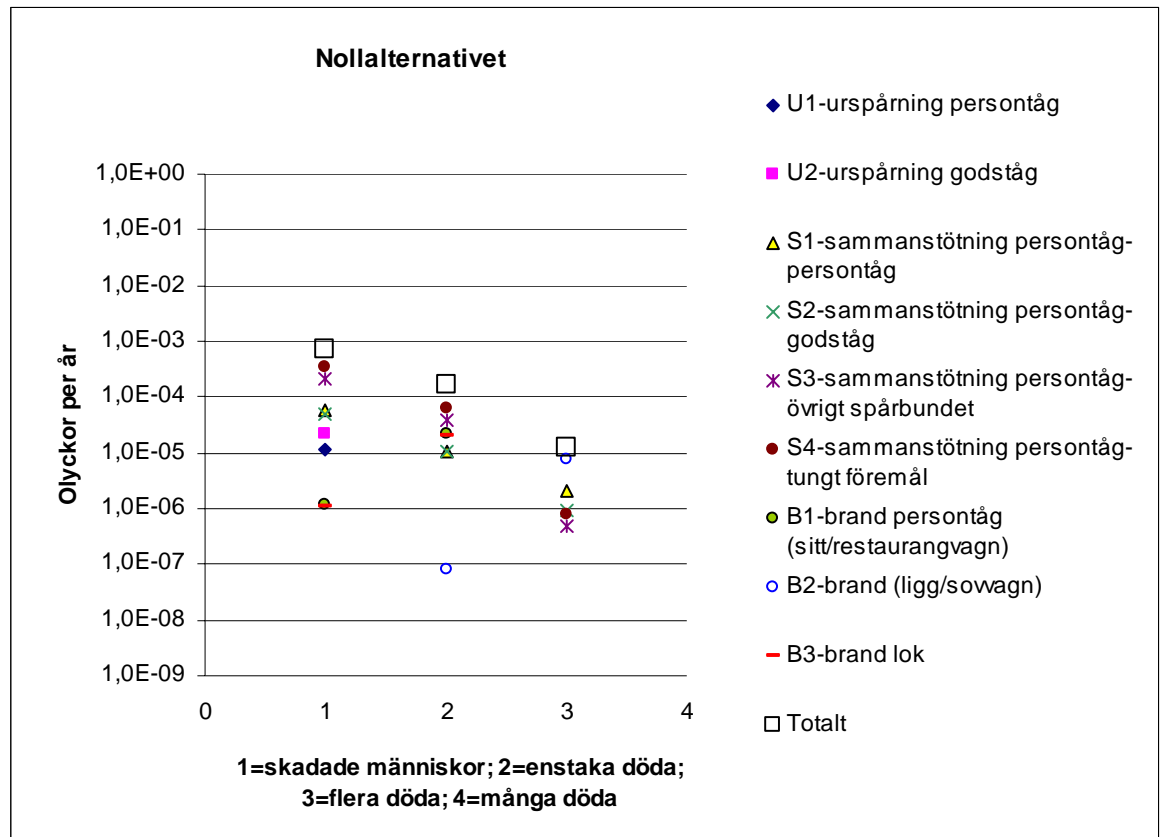
Figur 4.3. Risker för ombordvarande för alternativet enkelspårstunnel, SMTÖ.



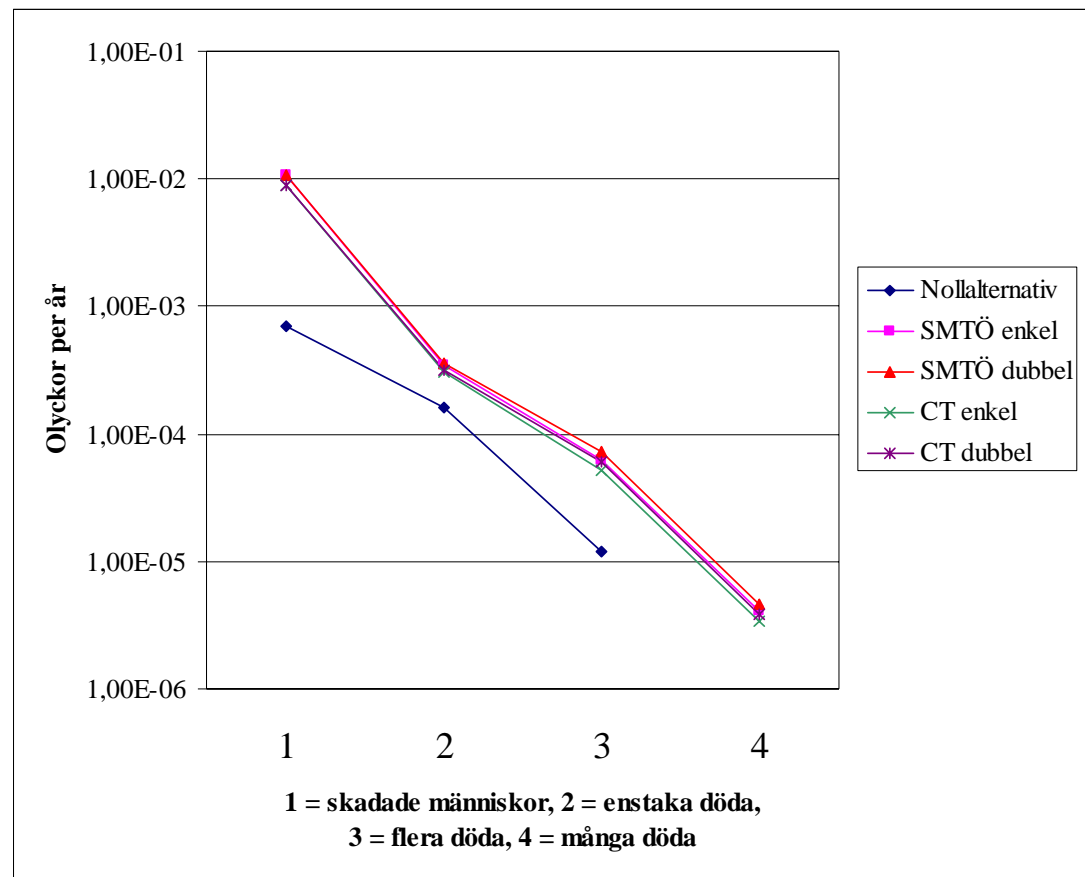
Figur 4.4. Risker för ombordvarande för alternativet dubbelspårstunnel, CT.



Figur 4.5. Risker för ombordvarande för alternativet enkelspårstunnel, CT.



Figur 4.6. Risker för ombordvarande för nollalternativet.



Figur 4.7. Jämförelse mellan järnvägsalternativen med avseende på säkerhet för ombordvarande. Jämförelsen är gjord i form av summerade sannolikheter för samtliga möjliga olyckstyper för respektive konsekvensklass.

Genomförda beräkningar visar att riskerna för ombordvarande är lägre för nollalternativet, förutsatt normalstandard för tunnelalternativen. Det kan konstateras att skillnaderna mellan nollalternativet och tunnelalternativen uppgår till i storleksordningen en 10-potens per tågkilometer för de olika konsekvenstyperna. Skillnaden är emellertid inte fullt så stor enligt Figur 4.7, vilken redovisar frekvenser per år för hela sträckan för de olika alternativen. Detta innebär således att nollalternativet missgynnas p.g.a. den längre sträckan. Den allvarligaste konsekvenstypen *många döda* har inte befunnits vara möjlig för nollalternativet. Denna bedömning har gjorts i enlighet med BVH 585.30. I BVH 585.30 redovisas en riskmatris med statistik över olyckutfallet i svensk järnvägstrafik 1985-1994. I riskmatrisen finns inte konsekvensen många döda representerad. Men det finns en mycket liten sannolikhet att denna konsekvens skulle kunna inträffa. Konsekvenserna av olyckor i tunnlar är i flera fall allvarligare än olyckor på längs markspår beroende på

mera komplicerad utrymning, och längre insatstider för Räddningstjänsten. Detta innebär totalt sett att säkerheten för ombordvarande blir sämre för tunnelalternativen än för nollalternativet. Med hjälp av säkerhetshöjande åtgärder kan, och skall i de fall tunnel byggs, dock säkerheten för tunnlar höjas till en nivå som motsvarar markspår.

I jämförelsen mellan de båda tunnelalternativen uppvisar enkelspårtunnlar en något högre säkerhet, framförallt eftersom vissa olyckssituationer inte kan uppstå i enkelspårtunnel. Exempelvis kan inte ett urspårat tåg bli påkörts av tåg på mötande spår. Vid en evakueringsituation kan inte heller tågpassagerarna komma in på mötande spår.

Vid urspårning av persontåg kan konsekvensklasserna flera döda och många döda inte förekomma för enkelspårstunnlar, men däremot för dubbelspårtunnel.

Urspårning godståg har inte konsekvensklasserna flera döda och många döda beaktats för två enkelspårtunnlar, eftersom ett urspårat godståg inte kan bli påkörts av ett mötande persontåg.

Vid bedömning av sammanstötning har samma händelsesträd använts för både två enkelspårtunnlar och en dubbelspårtunnel. Redovisningen i matrisen är därför densamma. Men två enkelspårtunnlar bör vara något bättre än en dubbelspårtunnel, eftersom exempelvis passagerarna vid en utrymning inte kan bli påkörda av tåg på mötande spår.

Konsekvensklassen många döda förekommer inte vid brand i persontåg (sitt/restaurangvagn och lok) för två enkelspårtunnlar, men för dubbelspårtunnel.

Skillnader mellan CT och SMTÖ är med hänsyn till ombordvarande liten. En viss skillnad beroende på ca 500 meters kortare tunnellängd för CT kan dock ses.

Sammantaget kan konstateras att skillnaderna mellan de olika tunnelsträckningarna är små. De skillnader som ändå identifierats bedöms ändå vara relevanta och är också i linje med vad som kan förväntas. Vissa olyckssituationer kan inte uppstå i enkelspårstunnlar, vilket leder till en ökad säkerhet. Dessutom är tunnellängden avgörande för sannolikheten att olycka skall uppstå inom tunneln, vilket således medför skillnader mellan CT och SMTÖ.

4.8 Riskreducerande åtgärder

För att skapa förutsättningar för valbarhet mellan alternativ, samt även tydliga utgångspunkter för det fortsatta arbetet, kan det i detta skede ses vara av stor vikt att beskriva vilka åtgärder som bedöms komma att vara de centrala, samt omfattningen av dessa. Det bör i detta sammanhang framhållas att en fullständig säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30 erfordras för att mer specifika svar än som lämnas i detta avsnitt skall kunna ges.

Med stöd av studerat referensmaterial, samt utifrån erfarenheter inom föreliggande arbete, kan en översiktlig värdering av erforderliga säkerhetshöjande åtgärder göras. Den viktigaste iakttagelsen avser därvid det scenario som i de båda tunnelalternativen

svarar för den högsta frekvensen och den allvarligaste konsekvensnivån, d.v.s. B2 brand i ligg/sovvagn.

Erfarenhetsmässigt kan det konstateras att åtgärdande av scenario B2 enligt ovan med en hel frekvens- eller konsekvensklass även kan bedömas komma att påverka den totala säkerheten för aktuell konsekvensklass i nästan samma omfattning. Detta innebär i förlängningen att Banverkets målvärde för tunnelsäkerhet har förutsättningar att uppfyllas genom beaktande av ett enda scenario (anm: matrisen i vilken alternativen jämförs bygger på en grov logaritmisk skala). Det bör dock noteras att säkerhetshöjande åtgärder även kan reducera frekvens och/eller konsekvens för fler scenarier än ett. Sistnämnda har dock inte studerats inom ramen för detta arbete.

Under rubrikerna "Olycksförebyggande" respektive "Konsekvensreducerande" nedan beskrivs de viktigaste åtgärderna. Kursiverade delar förväntas ingå som normalstandard alternativt utredas via Banverkets förvaltningsorganisation eller regelverk. Dessa tas ändå upp då de anses viktiga i sammanhanget. Avslutningsvis diskuteras vilka säkerhetshöjande åtgärder som bör ges speciellt

4.8.1 Olycksförebyggande

- Justering av tidtabell, eventuellt enbart för godståg (farligt gods), för att reducera risken för sammanstötning mellan resandetåg och godståg i tunneln.
Riskeliminering kan ske genom att styra tiderna så att inget tåg kan befinna sig i mötande spår inom det respektive kritiska avståndet i tunneln vid samtidigt tåg.
- Nödbromsblockering så att tåg ej stoppas i tunneln utan personalens kontroll.
- *Brandsäkring av kablar och elanordningar etc.*
- *Regelbunden kontroll inklusive besiktning och underhåll av tunnel, spåranläggning och tåg*
- *Detektorer för bl a främmande föremål, rök/värme, sabotage i tunnel, banfel, tågfel varmång i bromsar etc.*
- *Undvikande av spårväxlar i och i anslutning till tunnel.*
- *Blocksträckor och fjärrblockering.*

4.8.2 Konsekvensreducerande

- Evakueringstunnel och/eller förbindelsetunnel/-ar (beroende på enkel/dubbel-spårstunnel), ökar möjligheterna till självräddning och insatstiden förkortas. Detta är speciellt viktigt vid brandutveckling. Det maximala avståndet mellan "säkra platser" bör ej överstiga 1000m (600m).
- Brandskyddskrav; tunnelns bärförmåga m a p utrymmande passagerares och i händelse av insats räddningstjänstpersonalens säkerhet, samt ägarens intresse av en LCC optimerad konstruktion (*delvis reglerad i lag*).
- Räddningstjänstens tillgång till erforderlig räddningsutrustning samt elkraft och radio.
- Begränsning av transportvolym farligt gods.
- Tågradio mellan tågpersonal till trafikledning och passagerare

- Utbildning och övning av tågpersonal samt samordnade övningar med räddningstjänsten.
- Stopp av efterföljande eller mötande tåg.

- *Första hjälpen utrustning på tåget.*
- *Brandskyddsåtgärder på tåg såsom brandlarm och detektorer för rök/värme samt brandsläckningsutrustning.*
- *Central kontroll av ventilation på tåg för styrning av brandgaser.*
- *Utformning och utrustning av vagnar m a p utrymning.*
- *Förberedd nödinformation för passagerare (ungefär som på flyg).*
- *Nöd- och räddningsplaner.*

- *Hårdgjord gångbana, inkl markering, handföljare, evakueringsbelysning och ljusskyltar.*
- *Tunnelbelysning och nödbelysning.*
- *Nödtelefoner samt annan kommunikationsutrustning.*
- *Brandposter vid tunnelmynningar och i tunnel.*
- *Frånskiljning av ström till kontaktledning för att säkra förhållanden vid insats.*
- *Tillträdesmöjlighet till tunnelmynningar och andra utgångar för räddningstjänsten.*
- *Område till räddningstjänstens förfogande i direkt anslutning till tunneln.*
- *Utbildning och övning samt erfarenhetsåterföring av räddningstjänstpersonal.*
- *Skyddsåtgärder mot förorenings spridning.*

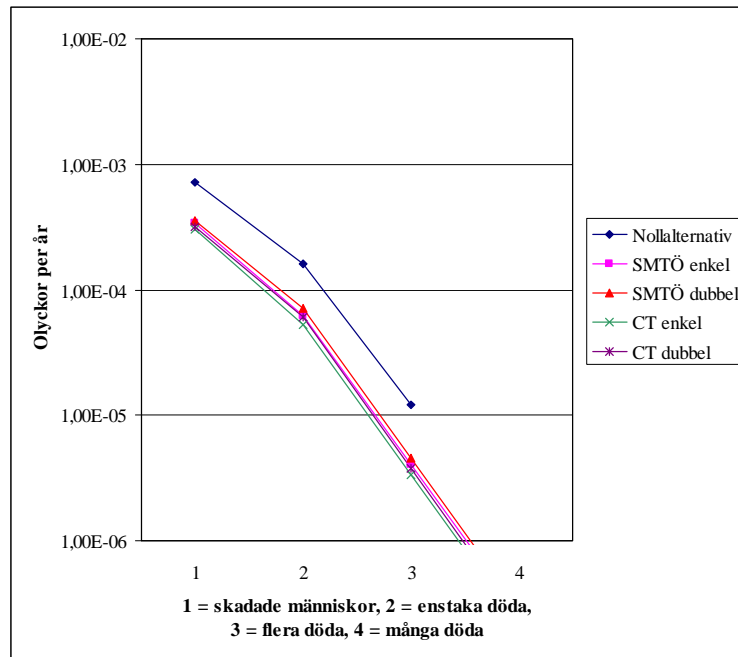
4.8.3 Diskussion

De åtgärder mot vilka det fortsatta intresset bör riktas mot avser följande:

- nödbromslogik
- evakueringstunnlar
- utbildning och övning av tågpersonal
- tågradio
- tidtabellsjustering

För att åtgärda kombinationen av frekvens och konsekvens med avseende på scenariot B2 brand ligg/sovvagn kan åtgärden ”nödbromslogik” bedömas ha potential att minska möjlig frekvens med uppemot en tiopotens. Mot bakgrund av att detta arbete utförts på en översiktlig nivå kan det inte med säkerhet sägas att detta är tillräckligt för att angivna säkerhetsmål skall uppnås. I nuläget kan därför denna åtgärd behöva kompletteras med en kombination av utbildning/övning av tågpersonal och tillgång till utrymningsvägar för de ombordvarande (dessa vägar bör även kunna nyttjas av räddningstjänsten i händelse av insats, vid godtyckligt scenario). Sistnämnda kombination av åtgärder bör kunna säkerställa att en eventuell utrymning kommer att fungera på avsett sätt. Den möjliga, sammantagna, säkerhetshöjande effekten av denna tudelade åtgärd bedöms uppgå till åtminstone en konsekvensklass (en tiopotens). Effekten av dessa konsekvensreducerande åtgärder illustreras i Figur 4.8. På grund av

längre banlängd för nollalternativet framstår tunnelalternativen som totalt sett bättre. Sammanfattningsvis innebär detta att de tre ovan beskrivna åtgärderna tillsammans, av såväl förebyggande som konsekvensreducerande art, bedöms täcka vad som kan komma att erfordras.



Figur 4.8. Jämförelse av sträckningsalternativ med konsekvensreducerande åtgärder i form av utbildning/övning av tågpersonal och tillgång till utrymningsvägar för de ombordvarande.

Tidigare utredningar ger förhållandevis konsistenta resultat med avseende på erforderlig omfattning av utrymningsvägar. Ett medelavstånd av 300 m till närmaste utrymningsväg bedöms svara mot de säkerhetskrav som ställs vid järnvägstrafik enligt ambitionsnivån i BVH 585.30 (c/c-avstånd: 600 m). För att skapa tunnelalternativ med en säkerhet motsvarande den vid trafikering på markspår eller något bättre skulle således fyra symmetriskt fördelade utrymningsvägar erfordras. Detta innebär 4 ggr ca 30 m (=120 m) långa tvärtunnlar i enkelspårsalternativet medan det i dubbelspårsalternativet kan komma att erfordras storleksordningen 2,5 km tunnlar utöver huvudtunnlarna (beroende på vald utformning). Behovet av ytterligare tunneldrivning har ej detaljstuderats inom ramen för detta arbete men bör ingå som väsentlig del i det fullständiga beslutsunderlaget avseende val av alternativ då detta är nödvändigt för att uppfylla de krav som ställs.

Det bör också framhållas att vid kommande fullständiga säkerhetsvärdering kommer erforderliga avstånd mellan förekommande utrymningsvägar att studeras i detalj, tillsammans med övriga omständigheter som ex. bedömningar av alternativa randvillkor (exempelvis vindhastigheter i tunneln).

För att kunna arbeta med scenarier som innebär sammanstötning bedöms tågradio och möjligheter till tidtabellsjustering vara viktiga att studera vidare i kommande arbete. Tågradions största betydelse i detta sammanhang ligger i att åtgärdskedjan för att få till stånd stopp av mötande tåg vid en eventuell urspårning blir väsentligen snabbare.

5 Säkerhet för tredje man

För järnvägsolycka finns det tre olycksförlopp som kan leda till skador utanför spårområdet (Fredén, 2000):

- Vid en urspårning eller kollision kan järnvägsfordon lämna spårområdet och skada omgivande bebyggelse och de människor som vistas där.
- Vid en urspårning eller kollision kan tankar som innehåller farligt gods skadas och ett utsläpp ske. Utsläppet av farligt gods kan sedan sprida sig till omgivningen, vilket kan leda till att människor, naturresurser och egendom skadas.
- En lagerskada eller ett bromsfel kan leda till att gnistor eller heta delar från bromssystem eller lager antänder omgivningen.

5.1 Olycka där tåget lämnar spårområdet

Sannolikheten för att en vagn eller annat fordon ska hamna mer än 15 meter från spåret efter en urspårning vid hög tåghastighet är 0,02, och för växlings- och kryphastighet 0 (Fredén, 2000). Sannolikheten för att en vagn eller annat fordon ska hamna mer än 15 meter från spåret efter en kollision är <0,01. Hur långt en vagn hamnar från spåret beror huvudsakligen på spårets läge i förhållande till omgivningen.

5.2 Olycka med farligt gods

Säkerheten för tredje man, har tidigare utvärderats i en riskstudie Scandiaconsult Fire Safety Design (1999). Denna utredning var en uppdatering av Flygfältbyråns i Göteborg riskstudie från 1992 avseende alternativa järnvägssträckningar genom Varbergs tätort. Dessa utredningar behandlade inte den befintliga järnvägen i dess nuvarande standard (nollalternativet) och inte heller CT-alternativet. I avsikt att få ett underlag för en jämförelse mellan de tre sträckningsalternativen (nollalternativet, SMTÖ och CT) har därför en ny riskanalys genomförts med avseende på konsekvenser för tredje man vid en farligt godsolycka.

Avsikten med analysen var att belysa skillnaderna mellan alternativen, snarare än att beräkna absoluta risknivåer för tredje man. Det bedömdes därför vara relevant att utföra analysen med avseende på ett vanligt förekommande ämne med allvarliga konsekvenser. Därmed antogs också att olyckan sker vid ofördelaktiga väderförhållanden och vid en tid på dygnet när flertalet farligtgodstransporter sker och när människor till stor del befinner sig i sina hem. Som dimensionerande ämne valdes svaveldioxid, som transporteras i relativt stora volymer längs den aktuella sträckan och som vid spridning kan ge upphov till allvarliga konsekvenser. Enligt SCC Fire Safety Design (1998) utgör svaveldioxid den 5:e mest transporterade typen av farligt gods med ca 325 vagnar årligen.

5.2.1 Olycksfrekvenser

Varje sträckningsalternativ delades in i delsträckor (*j*) utifrån befolkningstäthet längs sträckan, se Bilaga 3. Sannolikheten för en farligtgoodsolycka har beräknats med hjälp av följande rapporter:

- Handbok för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen (Fredén, 2000).
- Riskanalys för konfliktpunkter mellan järnvägar och vattentäkter - metodutveckling, Banverket, remissversion 2000-04-01

Följande antaganden har gjorts vid beräkningen av sannolikheten för en farligtgoodsolycka:

- Antalet godståg är 28 godståg/dygn.
- Antalet vagnar per godståg är 30 och hälften är 4-axliga och hälften 2-axliga.
- 8% av alla vagnar innehåller farligt gods och 4% av vagnarna med farligt gods innehåller svaveldioxid (SCC Fire Safety Design, 1998)
- Sannolikheten för utsläpp vid en järnvägsolycka är liten (0,01) för tjockväggiga tankar.
- Endast växlar i huvudspår har inkluderats, vilket innebär att sannolikheten för en olycka överskattas något för CT och SMTÖ jämfört med nollalternativet.
- Ingen hänsyn har tagits till sammanstötningsolyckor.

5.2.2 Konsekvenser

Konsekvenserna för tredje man till följd av farlig goodsolycka har beräknats för de tre alternativa sträckningarna med hjälp av Räddningsverkets programvara Bfk (RIB, 2001). Denna programvara möjliggör beräkningar av förväntat antal omkomna till följd av utsläpp av en farligtgoodsolycka på järnväg.

Beräkningarna gjordes utifrån följande antaganden:

- Svaveldioxiden transporteras som tryckkondenserad gas i vätskefas. Järnvägsvagnen hyser 57 ton kemikalie, lagrat i omgivningens temperatur och med en vätskenivå om 1.0 meter utan pålagt övertryck.
- Läckaget sker genom punktering av vagnen. Utsläppsarean är ca 50 cm² och utsläppets effektiva höjd är 0 m över marken. Ingen pöl bildas.
- Vid olycka utanför tunneln antas att utflödet sker med en källstyrka av ca 54 kg/s under 17 minuter (standard för punktering av järnvägsvagn vid transport av svaveldioxid enligt Bfk).
- Vid utsläpp i tunneln antas att gasmolnet förs till tunnelmynningen, varefter det transporteras i vindriktningen. När gasmolnet når tunnelmynningen antas att källstyrkan reducerats med 50%. Det antogs att inga skillnader föreligger mellan dubbelspårstunnel och två enkelspårstunnlar i detta avseende.

- Olyckan sker nattetid eftersom flertalet farlig godstransporter sker under sen kväll och natt.
- Människor befinner sig inomhus i sina hem.
- Olyckan sker när vindriktningen är mot staden, dvs. västliga vindar, vilket enligt vindstatistik från SMHI är den dominerande vindriktningen (ca 70%).
- Vindstyrkan är låg, ca 2 m/s. Låga vindstyrkor ger allvarligare konsekvenser än höga, eftersom exponeringstiden då blir kortare. Temperaturen är 10° C.
- Olyckan sker under sommartid.
- Beräkningarna är utförda med 30 minuters exponeringstid för människor.
- Ventilationsintaget på byggnader antas sitt på 5 meters höjd. Antalet luftväxlingar antas vara 0,5 per timme.
- Ingen hänsyn har tagits till skadebegränsande åtgärder.

Antaganden och beräkningsresultat redovisas i Bilaga 3. Utifrån genomförda beräkningar av halter i gasmolnen kunde sannolikheten (P) för att omkomma utläsas ur modellen. Härvid beräknats läget för 50%-percentilen och 99%-percentilen. Spridningen av gasmolnet sker enligt modellen elliptiskt (se Bilaga 3) och utifrån beräknade percentiler har arean för respektive ellips A ($P \geq 0,5$) och B ($P = 0,01 - 0,5$) beräknats för utsläpp i respektive utanför tunnel. För varje ellips har mittvärdet i sannolikhetsfördelningen tagits, d.v.s. $P = 0,75$ för A och $P = 0,25$ för B . Därefter har antalet förväntat omkomna beräknats för respektive ellips med avseende på befolkningstätheten (D) öster om utsläppspunkten. Summan av de förväntade antalet omkomna för respektive ellips utgör det totala antalet förväntat omkomna. Beräkningen innebär en ungefärlig integrering över ytan av det område där människor med $P > 0,01$ kan förväntas omkomma till följd av en farligt godsolycka med utsläpp av svaveldioxid. Enligt ovan beräknades således det förväntade antalet omkomna (M), förutsatt att en farligt godsolycka skett, enligt följande:

$$M = \sum_{i=1}^N [0,75 \cdot A_i + 0,25 \cdot (B_i - A_i) \cdot D_i]$$

där $i=1 \dots N$ påverkade nyckelkodsområden med olika befolkningstäthet belägna öster om utsläppspunkten.

Denna beräkning ger en mera relevant skattning av det förväntade antalet omkomna än den beräkning som tidigare gjorts av SCC Fire Safety Design (1998), eftersom den ser till hela det påverkade området (till $P = 0,01$), och inte enbart närområdet med $P > 0,5$. Detta är en mycket viktig aspekt för en rättvisande jämförelse av olika sträckningsalternativ.

Befolkningstätheten har beräknats med hjälp av uppgifter om antal boende i nyckelkodsområden som erhållits från Varbergs kommun. Följande antaganden har dock gjorts vad beträffar fritidshus och hotellgäster:

- Apelvikens fritidshusområde består av 420 hus, med 3 personer i varje under sommarmånaderna.
- Hotell har antagits ha en 75% beläggning under sommartid.

5.2.3 Riskberäkning

Den totala risken (R) för varje sträckningsalternativ beräknades enligt följande:

$$R = \sum_{j=1}^K [F_j \cdot M_j]$$

där $j=1 \dots K$ delsträckor längs det specifika sträckningsalternativet. Beräkningarna gjordes med GIS-programvaran ArcView. Delsträckor och resultaten av riskberäkningarna redovisas i Bilaga 3.

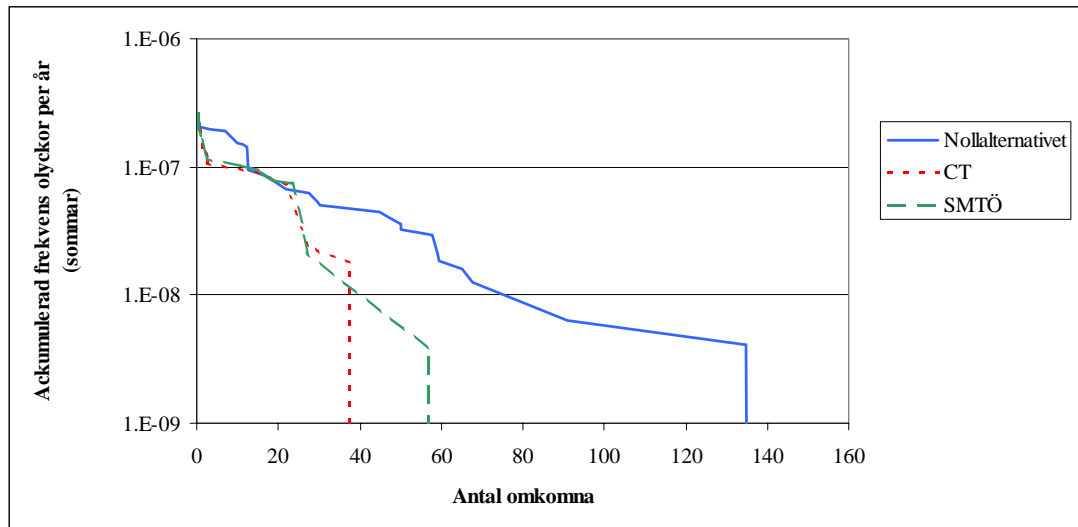
Beräkningarna är som ovan angivits utförda utifrån en serie antaganden. Dessa är gjorda enligt Räddningsverkets rekommendationer och på samma sätt för samtliga alternativ. Beräkningarna beskriver inte den totala risken för tredje man med avseende på samtliga typer av farligt godsolyckor, men bedöms som rimlig för en rättvis jämförelse mellan de olika sträckningsalternativen.

5.3 Resultat

I Figur 5.1. redovisas riskprofiler för de tre studerade alternativen. Syftet med beräkningarna har, som ovan beskrivits, varit att jämföra de tre sträckningsalternativen. Härvid har ett ämne valts, vilket innebär att den totala risknivån inte kan beskrivas. Den genomförda analysen bedöms dock väl illustrera skillnaderna mellan de olika alternativen.

Nollalternativet innebär högre risker för tredje man än tunnelalternativen. För CT och SMTÖ fås en kraftig reduktion av riskerna längs hela tunneldelen. Eftersom nollalternativet dessutom innebär att plankorsningar och enkelspår kvarstår är detta totalt sett avsevärt sämre än tunnelalternativen vad gäller säkerhet för tredje man. För både två enkelspårstunnelar och en dubbelspårstunnel gäller samma sträckning utanför tunneln och några skillnader har därför inte kunnat identifieras mellan de båda utformningarna.

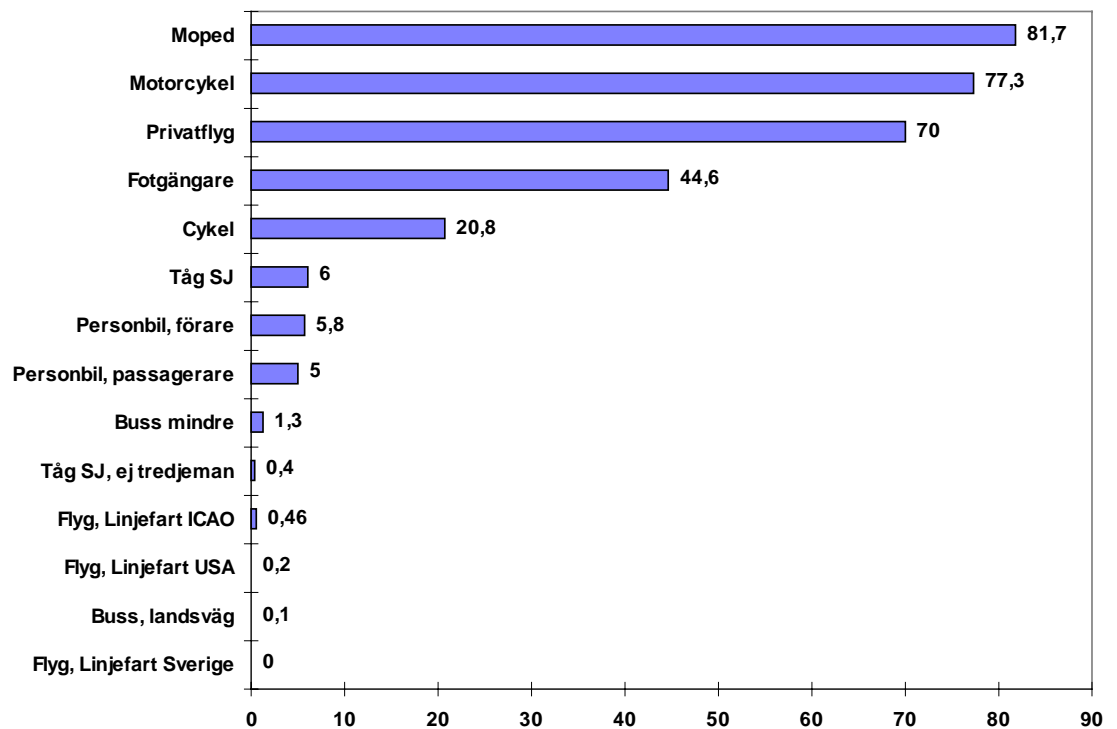
Analysen visar att CT har en något högre säkerhet än SMTÖ utifrån gjorda antaganden. Alternativen uppvisar liknande riskprofiler, men beroende på boendeförhållandena visar beräkningarna att ett större antal omkomna är möjligt för SMTÖ än för CT.



Figur 5.1. Riskprofiler för tredje man för nollalternativ, SMTÖ och CT.

6 Plankorsningsolyckor

Säkerhetsmässigt är järnvägen jämförbar med internationell luftfart, se Figur 6.1. Plankorsningsolyckorna gör dock att olyckutfallet för den totala verksamheten är jämförbar med biltrafik. Vid en plankorsningsolycka med svårt skadade/omkomna är det nästan alltid endast ett fåtal som drabbas.



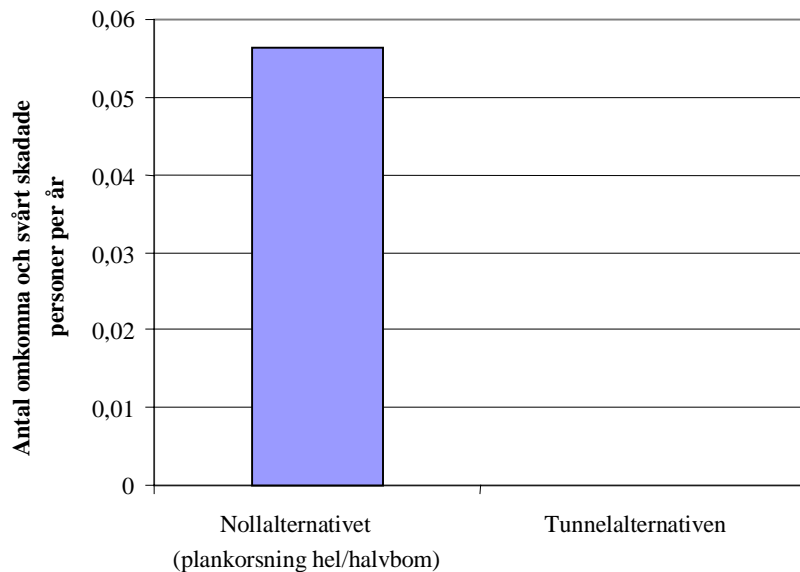
Figur 6.1 Jämförelse av Transportsäkerhet (1993). På x-axeln redovisas antal döda per miljard personkilometer för olika trafikslag. (Efter BVH 585.30).

I nollalternativet förekommer plankorsningar. I beskrivningen av trafiksystemet anges att det finns plankorsningar med helbom/halvbom samt övergångar utan skydd. Utöver det förekommer även övergångar för gående och cyklister. Förväntat antal olyckor där någon omkommer eller skadas svårt har beräknats enligt den modell som beskrivs i beräkningshandledningen i Banverkets handbok BVH 706.

6.1 Resultat

Plankorsningar förekommer enbart i nollalternativet. Inom delen Varberg-Hamra finns sju plankorsningar med helbom/halvbom, två med fälla/grind, samt sju utan skydd.

Plankorsningsolyckor är relativt vanligt, men drabbar få personer. Baserat på beräkning av riskvärde (antal omkomna och svårt skadade) för sju plankorsningar med helbom/halvbom omkommer 0,057 personer/år. Då det även förekommer plankorsningar utan helbom/halvbom inom delen Varberg-Hamra, vid vilka ett relativt stort antal passager sker, förväntas riskvärdet vad gäller antal döda/år i verkligheten



vara något högre.

Figur 6.1. Beräknat antal omkomna och svårt skadade per år till följd av olyckor i plankorsningar.

7 Miljö

Den planerade utbyggnaden av Västkustbanan, delen Varberg-Hamra, innebär riskmoment under byggnation och drift för miljön, vilket utvärderades med en riskanalys 1999 (Scandiaconsult, 1999). Avsikten med riskanalysen var att identifiera nollalternativet och tunnelalternativets, miljörisker under bygg- och driftsskedet.

7.1 Genomförande

En övergripande riskidentifiering genomfördes efter att projektets miljörisker delats in i *riskobjekt* och *skyddsobjekt*. Riskobjekten beskriver vad som orsakar risk t.ex farligtgodstransporter och skyddsobjekt beskriver vad som utsätts för risk, t.ex ett ytvattendrag. Med utgångspunkt från de beskrivna objekten genomfördes den övergripande identifieringen på följande områden:

- Mark
- Grundvatten
- Ytvatten (känsliga biotoper)
- Luft

Förutom den övergripande riskidentifieringen genomfördes en riskanalys med avseende på farligtgodstransporter för ett framtida driftsskede. I riskanalysen beräknades ett riskvärde för skyddsobjekten ytvatten (känsliga biotoper) grundvatten och luftmiljö. Riskens definieras som:

$$\text{Risk} = \text{Sannolikhet för olycka} \cdot \text{Konsekvens av olycka}$$

Nollalternativet och tunnelalternativet delades in i delsträckor efter konsekvenser för respektive skyddsobjekt. Ett riskvärde beräknades därefter för skyddsobjekten ytvatten (känsliga biotoper), grundvatten och luftmiljön för noll- respektive tunnelalternativet.

7.2 Övergripande riskidentifiering

I den övergripande riskidentifieringen analyserades risker under *anläggnings- och driftsskedet*. Följande risker har identifierats som de viktigaste att hantera vidare.

Risker med förorenad mark.

Föroreningar lakas idag ur från den nedlagda deponin och delar av industriområdet norr om Varberg. De föroreningar som lakas ur drabbar primärt de känsliga biotoper som finns i och utmed vattendragen (exempelvis mindre organismer, växter, fåglar och fiskar). Sekundärt kan de drabba vår egen hälsa då flera av föroreningarna bioackumuleras och så småningom hamnar i människans näringskedja (exempelvis öring). Det finns risk för förhöjd urlakning av föroreningar vid anläggningsarbete vid det gamla deponiområdet och schaktning för det föreslagna betongtråget. Detta gäller både noll- och tunnelalternativet.

Spridning av bekämpningsmedel utmed bansträckning.

Om svårnedbrytbara bekämpningsmedel används kan effekter enligt ovan uppkomma (ifall de hamnar i yt- eller grundvattnet). Detta gäller både noll- och tunnelalternativet.

Läckage från entreprenadmaskiner och tankar.

Om det föreslagna tunnelalternativet genomförs finns risker med utsläpp från entreprenadmaskiner och tankar, speciellt på uppställningsplatser. Utsläppen i form av petroleumprodukter kan få allvarliga konsekvenser om de når yt- eller grundvattnet.

Dagvatten från tunneldrivning.

Från tunneldrivningen finns risk för att förorenat eller slambemängt vatten når ytvattendrag om det inte åtgärdas. Kväveföreningar från tunneldrivning och slamhaltigt vatten bör därför reduceras med lämpliga åtgärder. Från betonggjutning finns risk att vatten med högt pH leds till vattendrag med allvarliga konsekvenser för t.ex havsvandrande öring (Vrångabäcken).

Förändring av grundvattenförhållanden.

Detta kan påverka bergvärmeanläggningar, vattenkvalitet och konstruktioner i mark. Det finns risk för att ett mindre antal bergvärmeanläggningar kan påverkas av tunnelalternativet. Det finns inga större grund- eller ytvattentäkter som bedöms påverkas av det föreslagna tunnelalternativet. Privata vattentäkter finns i Brearedsområdet Dessa kan påverkas av farligtgodsolycka eller förorenat dagvatten från tunneldrivningen. En saltvatteninträning skulle kunna innebära problem för dricks- och bevattningsbrunnar samt markförlagda konstruktioner pga den ökade salthalten.

Luftföroreningar i byggskedet.

Under byggskedet kommer emissioner från arbets- och transportfordon att öka. Luftföroreningshalten kommer att öka lokalt i Varberg under byggskedet. Emissioner från entreprenadmaskiner och transportfordon ökar risken för hälsoeffekter. I anslutning till påslagen kommer halterna att öka under byggfasen. Speciellt bör luftföroreningsrisken vid södra påslaget beaktas. Sjukhuset ligger i den dominerande vindriktningen från tunnelmynningen sett. Även emissioner från ett påslag (arbetstunnel) vid Kattegattsvägen bör beaktas med hänsyn till de boende, skola, daghem och sjukhuset. Det skall dock påpekas att riskerna med damm och stoftbildning främst är ett arbetsmiljöproblem (framförallt för de som arbetar i tunneln). På samma sätt är spränggaser och kväveföreningar i första hand förknippade med arbetsmiljön i tunneln.

Materialhantering.

Injekteringsmedel, hantering av gamla banvallar och rivningsmaterial innebär risker för miljön om det inte hanteras korrekt. För att förebygga miljörisker vid sprängnings- och injekteringsarbete bör dessa medlen granskas innan en eventuell tunneldrivning startar.

7.3 Komplettering till miljöriskanalysen från 1999

Sträckningen för det tunnelalternativ och nollalternativ som redovisas i riskanalysen från 1999 är detsamma som nu utreds i järnvägsutredningen. Antalet godståg antogs i riskanalysen vara 24 tåg/dygn. Detta stämmer ungefär med prognostiserat trafikflöde för 2010 för utbyggd järnväg, som är 26 tåg/dygn (vardagar). Förändringarna i andelen farligt gods har bedömts vara små.

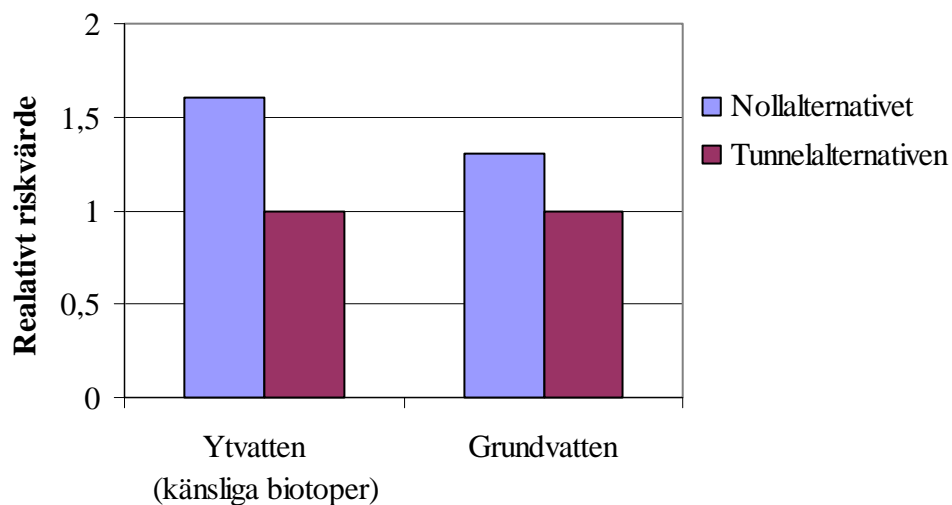
Några skillnader mellan en dubbelspårstunnel och två enkelspårstunnlar med avseende på risker för mark, yt- och grundvatten har inte heller kunnat identifieras.

Risk för buller och vibrationer redovisas inte i den genomförda riskanalysen från 1999, utan behandlas i miljökonsekvensbeskrivningen.

I riskanalysen från 1999 har bedömningarna angående riskerna för miljön gjorts med utgångspunkt från befintlig markanvändning.

7.4 Resultat driftskede

Resultaten från riskanalysen av miljörisker i driftskedet redovisas grafiskt i Figur 7.1.



Figur 7.1. Relativa värden för miljörisker i driftskedet.

Som framgår av figur 6.1 är riskvärdet genomgående högre för nollalternativet än för tunnelalternativen.

Ytvatten

Norr om Varberg passerar båda alternativen Himleån och fågelreservatet. Samma sträcklängd för både nollalternativet och det föreslagna tunnelalternativet innebär dock att risken blir något högre för nollalternativet pga. den högre sannolikheten för olycka. Om olycka sker i tunneln bör det finnas möjligheter att ta hand om detta via tunnelns

dagvattensystem innan det når recipient. Båda alternativen passerar Vrångabäcken söder om Varberg. Ett utsläpp utmed nollalternativet når Apelviken snabbare i nollalternativet än i den föreslagna sträckningen. Dessutom sker det i nollalternativet nedanför de befintliga vandringshindren. Ett utsläpp i Vrångabäckens nedre lopp eller övre lopp (Brearedsbäcken) kan få allvarliga konsekvenser i det föreslagna tunnelalternativet. Sammantaget blir dock riskvärdet högre för nollalternativet.

Grundvatten

Norr om Varberg går alternativen i samma sträckning. I tunneln kan ett utsläpp hanteras via tunnelns dagvattensystem då grundvattnets flödesriktning är in mot tunneln. Nollalternativet innebär en längre sträcka och därmed i sig en högre risk. I de södra delarna är risken något högre för den föreslagna tunnelsträckningen eftersom fler privata vattentäkter passeras.

8 Arbetsmiljörisker under anläggningskedet

Detta avsnitt behandlar främst arbetsmiljöriskerna vid arbete under jord. Speciellt arbetsmiljö under jord karakteriseras av buller, damm, gaser, fukt, mörker och trånga utrymmen (Arbetarskyddsstyrelsen, 1993 och 1997). Gruvindustrin och anläggningsbranschen har hög skadefrekvens. Den vanligaste orsaken till dödsolyckor är fallande sten.

Atmosfären i slutet utrymme, t.ex. i tunnel, kan medföra olika risker bland annat följande:

- Hälssofarliga, explosiva och brandfarliga ångor och gaser kan uppkomma i farliga koncentrationer. Hälssofarliga ångor och gaser kan t.ex. framkalla irritation i ögon och luftvägar, yrsel eller medvetslöshet. Arbete, t.ex. sprängning och svetsning, som utförs i slutet utrymme kan ge upphov till farliga ångor och gaser. För att minska luftföroreningarna bör ex motorer vara elektriskt, hydrauliskt eller pneumatiskt drivna.
- Syrekonzentrationen kan vid tunnelarbete bli både för hög och för låg. För hög syrekonzentration ökar risken för att brännbara ämnen antänds. För låg syrekonzentration kan ge trötthetssymptom och ökad hjärtfrekvens.
- Damm kan utgöra en fara vid arbete i tunnel eftersom det kan innehålla mikroorganismer som vid inandning kan leda toxiska eller allergiska besvär. Dammet kan även utgöra en fara om det är brännbart och torrt. Exempel på åtgärd är att se till att berg är fuktigt vid lastning och transport.

Övriga arbetsmiljörisker vid arbete under jord är bland annat följande:

- Olämplig arbetsbelastning. Detta kan förebyggas genom god utformning av maskiner, redskap, belysning etc.
- Stenfall och ras. Detta kan förebyggas genom bergsbesiktning, skrotning och bergförstärkning.
- Buller
- Vibrationer
- Radon, om radonhaltigt berg förekommer.
- Kemikaliehantering

Det är viktigt att planering av arbete i tunnel bedrivs så att ohälsa och olycksfall förebyggs. Särskilda åtgärder vid längre tunneldrivningar kan bland annat vara att utrustning för andningsluft finns tillgänglig, att bygga räddningskammare, och att talkommunikation finns till annan bemannad plats. I vilken omfattning särskilda åtgärder behövs beror bland annat på risken för brand och vatteninträning, arbetets omfattning, tillträdesvägens längd och tillgång till externa hjälpinsatser.

9 Diskussion och slutsatser

Det huvudsakliga syftet med denna riskanalys har varit att belysa skillnaderna mellan nollalternativet och de två tunnelalternativen (CT och SMTÖ). För tunnelalternativen har två olika utformningar jämförts - två enkelspårstunnlar och en dubbelspårstunnel. Riskanalysen har bestått av fem separata delar, som har behandlats var för sig eftersom det inom ramen för denna utredning inte har varit möjligt att göra en samlad kvantitativ bedömning, inkluderande alla typer av risker. Följande slutsatser har dragits av analysen:

- Riskerna för ombordvarande är något högre för tunnelalternativen om inga säkerhetshöjande åtgärder (utöver normalstandard enligt BVH 585.30) vidtages i tunnelalternativen. Det kan konstateras att skillnaderna mellan nollalternativet och tunnelalternativen uppgår till i storleksordningen en 10-potens för de olika konsekvenstyperna. Sannolikheten för den allvarligaste konsekvenstypen *många döda* i Nollalternativet är så låg att ett riskvärde inte har kunnat anges, vilket är i enlighet med tillgänglig statistik i Sverige. Konsekvenserna av olyckor i tunnlar är i flera fall allvarligare än olyckor längs markspår beroende på i många fall mer komplicerad utrymning och längre insatstider för Räddningstjänsten. Detta innebär att säkerheten för ombordvarande blir sämre för tunnelalternativen än för nollalternativet. Med hjälp av säkerhetshöjande åtgärder skall dock säkerheten för tunnlar höjas till en nivå som motsvarar markspår.
- De åtgärder som i första hand genomförs för att uppnå samma säkerhetsnivå i tunnel som markspår är nödbromslogik, evakueringstunnlar, utbildning och övning av tågpersonal, tågradio samt tidtabellsjustering.
- Den mest allvarliga olyckstypen för ombordvarande är brand i ligg/sovvagn. För att reducera konsekvensen kan åtgärden "nödbromslogik" införas, vilket bedöms minska möjlig frekvens med uppemot en tiopotens. Denna åtgärd föreslås kompletteras med utbildning/övning av tågpersonal. Vid dubbelspårstunnel föreslås utrymningsvägar i form av separata räddningstunnlar med c/c avstånd 600 m. Det innebär att medelavståndet till en räddningstunnel blir 300 m, vilket uppfyller ställda säkerhetskrav. För enkelspårstunnlar föreslås istället utrymningsvägar i form av tvärtunnlar med samma avstånd.
- Den möjliga, sammantagna, säkerhetshöjande effekten av åtgärderna nödbromslogik, utbildning och utrymningsvägar bedöms uppgå till åtminstone en konsekvensklass (en tiopotens). Alla dessa tre åtgärder tillsammans, av såväl förebyggande som konsekvensreducerande art, bedöms uppfylla rimliga säkerhetskrav för ombordvarande och medför att risknivån blir likvärdig med markspår.

- I jämförelsen mellan de båda tunnelalternativen uppvisar enkelspårstunneln en något högre säkerhet, framförallt eftersom vissa olycksituationer inte kan uppstå i enkelspårstunnel. Exempelvis kan inte ett urspårat tåg bli påkört av tåg på mötande spår. Vid en evakueringsituation kan inte heller tågpassagerarna av misstag komma in på mötande spår. Skillnaderna mellan de två olika tunnelutformningarna är följande:
 - Sannolikheten för olycka med flera döda respektive många döda är lägre vid enkelspårstunneln än dubbelspårstunneln. Vid enkelspårstunnel är sannolikheten så liten att något värde inte finns angivet.
 - Vid urspårning av godståg har inte konsekvensklasserna flera döda och många döda beaktats för två enkelspårstunneln, eftersom ett urspårat godståg inte kan bli påkört av ett mötande persontåg.
 - Vid bedömning av sammanstötning har samma händelsesträd använts för både två enkelspårstunneln och en dubbelspårstunnel. Redovisningen i matrisen är därför densamma. Två enkelspårstunneln bör vara något bättre än en dubbelspårstunnel, eftersom exempelvis passagerarna vid en utrymning inte kan bli påkörda av tåg på mötande spår.
 - Sannolikheten för olycka med många döda vid brand i persontåg (sitt/restaurangvagn och lok) är lägre vid enkelspårstunneln än dubbelspårstunneln. Vid enkelspårstunnel är risken så låg att något värde inte angivits.
- Risken för tredje man att omkomma vid en farligt godsolycka är mindre vid tunnelalternativen än för nollalternativet. Utanför tunneln är sträckningarna desamma vid både ett och två tunnelrör varför några skillnader inte kunnat identifieras mellan de båda utformningarna.
- Riskerna bedöms totalt sett vara något större för SMTÖ än för CT med avseende på tredje man. Detta beror på att boendetätheten runt järnvägssträckningen är något högre i alternativ SMTÖ.
- Den största riskskillnaden mellan tunnelalternativen och nollalternativet är vad avser plankorsningar. I tunnelalternativen förekommer inga plankorsningar. För nollalternativet finns sju plankorsningar som kan innebära 0,057 omkomna/svårt skadade människor per år. Tunnelalternativen är i detta avseende klart bättre.
- I den tidigare genomförda miljöriskanalysen konstateras att tunnelalternativen är bättre än nollalternativet med avseende på olyckor med farligt gods. I den föreliggande analysen har inte några skillnader kunnat identifieras med avseende på risken för miljön för de båda utformningarna av tunnelalternativet, eftersom bansträckningen är densamma.
- Anläggningsarbeten under mark medför särskilda risker i arbetsmiljön som behöver förebyggas genom åtgärder. Nollalternativet innefattar inga anläggningsarbeten under mark.

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser dras:

- I en samlad bedömning är tunnelalternativen bättre än nollalternativet. I de fall erforderliga säkerhetshöjande åtgärder enligt BVH 585.30 genomförs, uppvisar tunnelalternativen likvärdig eller högre säkerhetsnivå än nollalternativet för fyra av de fem studerade riskkategorierna. Det är endast i fallet arbetsmiljörisker som tunnelalternativet naturligt nog är sämre.
- Det är endast med avseende på säkerhet för ombordvarande som några skillnader mellan de olika tunnelutformningarna (en dubbelspårstunnel eller två enkelspårstunnelar) kunnat identifieras. Huruvida enkelspårstunnel eller dubbelspårstunnel är att föredra beror på de säkerhetshöjande insatser som genomförs. Utan riskreducerande åtgärder (utöver normalstandard enligt BVH 585.30) bedöms enkelspårstunnelar ha en något högre säkerhet för ombordvarande.
- För att uppfylla kraven på säkerhet enligt BVH 585.30 måste säkerhetshöjande åtgärder införas, oavsett vilket tunnelalternativ som väljs. Hur dessa åtgärder i detalj skall utformas måste utredas ytterligare. Aktuella riskreducerande åtgärder är framför allt nödbromslogik, evakueringstunnelar, utbildning och övning av tågpersonal, tågradio samt tidtabellsjustering.
- Risksituationen för tredje man är i stort sett likvärdig mellan alternativ SMTÖ och CT. Alternativ CT har en något lägre risknivå än alternativ SMTÖ beroende på en något lägre boendetäthet kring järnvägssträckningen.

10 Referenser

Arbetskyddsstyrelsen, 1993, *Arbete i slutet utrymme*, Arbetskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 1993:3.

Arbetskyddsstyrelsen, 1997, *Bergarbete*, Arbetskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 1997:3 (ändringar införda t.o.m.. 2000-12-15)

Banverket, 1997, *Säkerhet i järnvägstunnlar, ambitionsnivå och värderingsmetodik*, BVH 585:30.

Banverket, 2000, *Förstudie Västkustbanan, utbyggnad av dubbelspår delen Varberg-Hamra*, BRVT 2000:01.

Scandiaconsult Fire Safety Design, 2000, *Västkustbanan, delen genom Varberg, Översiktlig riskstudie för alternativa utbyggnader av dubbelspår genom Varberg*.

Fredén, Sven, 2000, *Handbok för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* (konceptversion 2000-05-10).

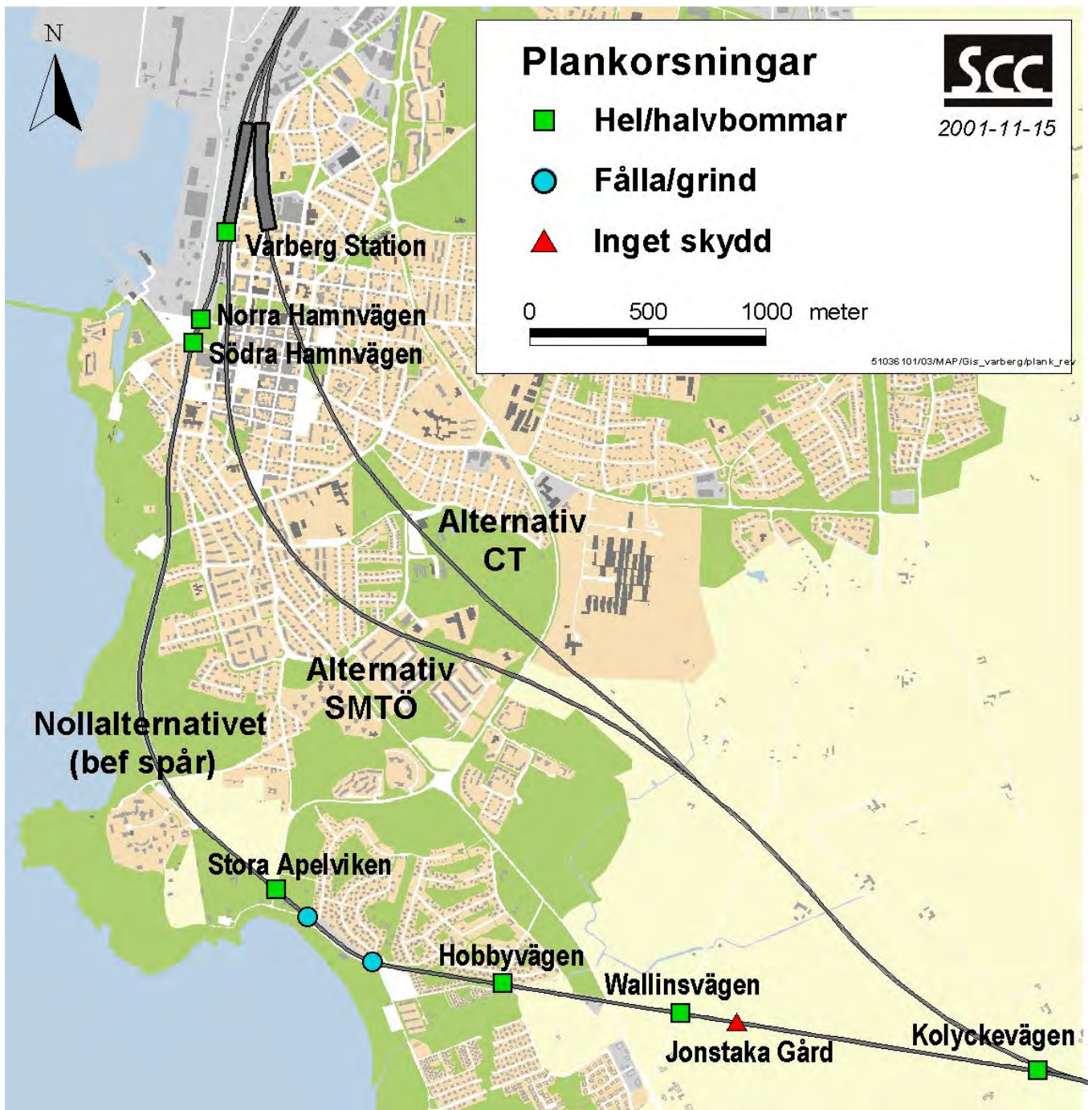
Scandiaconsult Fire Safety Design, 1999, *Västkustbanan. Uppdatering av Flygfältbyråns i Göteborg riskstudie från 1992 avseende alternativa järnvägssträckningar genom Varbergs tätort*. 1999-12-21.

Sparre, Erik, 1995, *Urspårningar, kollisioner och bränder på svenska järnvägar mellan åren 1985 och 1995* (examensarbete).

SSPA, 1998, *Järnvägstunnel på Västkustbanan vid Falkenberg, Tröingebergstunneln – Säkerhetsvärdering och Säkerhetskoncept*, Rapport nr 974110-01.

SSPA, 1998, *Botniabanan Örnsköldsvik – Husum, del II – Preliminär säkerhetsvärdering av tunnlar*, Rapport nr 97436901.

SSPA, 1999, *Säkerhetsvärdering Grödingebanan*, Rapport nr 984697.



**Dubbelspårstunnel**

Urspårning persontåg, U1			
11	persontåg har låg hastighet vid urspårning	0,75	Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21, 22	urspårningsbegränsare fungerar	0,95, 0,7	Om de fungerar eller ej beror på hastigheten.
31, 32	spårar ut mot bergvägg	0,5, 0,25	Antar att 50% av alla urspårningar sker mot bergvägg och 50% mot det mötande spåret för hastigheter under 70 km/h. För hastigheter över 70 km/h antas att 50% av alla urspårningar mot bergväggen studsar tillbaka.
41,42	tåg på annat spår stoppar	0,95	SIR-projektet förutsätts vara genomfört på Västkustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg innan det stoppats.
51, 52	andel godståg	0,4	40% av tågen är godståg
61, 63	godståg med farligt gods som frigörs	0,0014 0,007	Andelen farligt gods totalt har bedömts vara 8%. Av denna andel har 10% tunnväggiga tankar bedömts gå läck vid en högfartskollision och 2% vid en lågfarts. Av konservativa skäl ansätts samma data för tjockväggiga. 0,08*0,1
62,71	persontåg fattar eld	0,002	Det finns inga belägg för att sammanstötningar i låg hastighet leder till brand.
64,72	persontåg fattar eld	0,01	Vid sammanstötning i hög hastighet finns en möjlighet att brand uppstår.
100	urspårat tåg kolliderar med mötande	0,05	se 41
110	effektiv självräddning	0,95	Det antas att några få av passagerarna har skadats eller dödats vid urspårningen så att de inte kan genomföra självräddning.
111	effektiv självräddning	0,99	Det antas att någon enstaka passagerare har skadats vid urspårningen och inte kan genomföra självräddning.
120	extern assistans effektiv	0,75	Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 75% av fallen.
121	extern assistans effektiv	0,9	Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 90% av fallen.
200	urspårat tåg kolliderar med mötande	0,05	Se 41
210	effektiv självräddning	0,75	Det antas att många av passagerarna har skadats eller dödats vid urspårningen så att de inte kan genomföra självräddning.

\\got_ge_nw007\uppdrag\uppdrag\51\51036101\03\q_txt\olyck\antaganden.doc



211	effektiv självräddning	0,95		Det antas att flera passagerare har skadats vid urspårningen och inte kan genomföra självräddning.
220	extern assistans effektiv	0,6		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 60% av fallen.
221	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 85% av fallen.
300	persontåg fattar eld	0,75		Andelen persontåg som fattar eld är bedömt till 75% och i 25 % bedöms att farligt gods frigörs, enligt ovan.
310	samtliga passagerare min 300 m från brand inom 10 min	0,7		Brand har uppstått som en följd av urspårningen och människor har kommit till skada. Det bedöms att passagerare och personal kan evakueras ur tunneln utan att någon ytterligare dödas eller kommer till allvarlig skada.
311	utsläpp av ej trycksatt farligt gods	0,95		Sannolikheten för att farligt gods i vätskeform kommer ut bedöms till 95% och följaktligen att 5% tryckkondenserad gas kommer ut. I fördelningen värderas dels respektive andel av farligt godsslag och dels tillgänglig statistik avseende risken för skada hos tunnväggiga respektive tjockväggiga tankar.
320	extern assistans effektiv	0,05		Brand har uppstått och människor har kommit till skada i samband med den föregående urspårningen och sammanstötningen. Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda/flera döda.
321	farligt gods antänds	0,1		Det antas att sannolikheten för att farligt gods i vätskeform ska antändas är 10% då andelen brännbart gods är låg. Enstaka döda/många döda som resultat.
400	persontåg fattar eld	0,75		Andelen persontåg som fattar eld är bedömt till 75% och i 25 % bedöms att farligt gods frigörs, enligt ovan.
410	samtliga passagerare min 300 m från brand inom 10 min	0,6		Brand har uppstått och många människor har kommit till skada i samband med den föregående urspårningen och sammanstötningen. Förutsättningarna för att genomföra en lyckad evakuering är sämre än vid enbart brand, eftersom det finns skadade. Det bedöms att passagerare och personal kan evakueras ur tunneln utan att någon ytterligare dödas eller kommer till allvarlig skada i 60% av fallen.
411	utsläpp av ej trycksatt farligt gods	0,95		Se 311.
420	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda/flera döda , men med relativt sett fler döda än vid enbart brand.
421	farligt gods antänds	0,1		Se 320

Urspårning godståg, U2				
11	godståg har låg hastighet vid urspårning	0,1		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21,22	urspårningsbegränsare fungerar	0,95, 0,7		Om de fungerar eller ej beror på hastigheten.
31,32	spårar ut mot bergvägg	0,5, 0,25		Antar att 50% av alla urspårningar sker mot bergvägg och 50% mot det mötande spåret för hastigheter under 70 km/h. För hastigheter över 70 km/h antas att 50% av alla urspårningar mot bergväggen studsar tillbaka.
41, 42	tåg på annat spår stoppar	0,95		SIR-projektet förutsätts vara genomfört på Västkustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg innan det stoppats.
51, 52	andel godståg	0,4		40% av tågen är godståg
61, 63	farligt gods frigörs	0,0014 0,007		Andelen farligt gods totalt har bedömts vara 8%. Av denna andel har 10% tunnväggiga tankar bedömts gå läck vid en högfartskollision och 2% vid en lågfarts. Av konservativa skäl ansätts samma data för tjockväggiga. 0,08*0,1
62, 71	persontåg fattar eld	0,002		Det finns inga belägg för att sammanstötningar i låg hastighet leder till brand.
64, 72	persontåg fattar eld	0,01		Vid sammanstötning i hög hastighet finns en möjlighet att brand uppstår.
100	urspårat tåg kolliderar med mötande	0,05		Se 41.
110	effektiv självräddning	0,9		Det antas att 10% av passagerarna har skadats vid urspårningen med sammanstötning, så att de inte kan genomföra självräddning.
111	effektiv självräddning	0,98		Det antas att 2% av passagerarna har skadats vid urspårningen med sammanstötning, så att de inte kan genomföra självräddning.
120	extern assistans effektiv	0,7		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 70% av fallen.
121	extern assistans effektiv	0,9		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 90 % av fallen.
200	urspårat tåg kolliderar med mötande	0,05		Se 41.
210	effektiv självräddning	0,9		Se 110.
211	effektiv självräddning	0,98		Se 111.
220	extern assistans effektiv	0,7		Se 120.
221	extern assistans effektiv	0,9		Se 121.
300	persontåg fattar eld	0,75		Andelen persontåg som fattar eld är bedömt till 75% och i 25 % bedöms att farligt gods frigörs, enligt ovan.

310	samtliga passagerare min 300 m från brand inom 10 min	0,65		Brand har uppstått som en följd av urspårning och sammanstötning. Människor har kommit till skada. Jämfört med brand är möjligheten att genomföra en lyckad evakuering något sämre eftersom passagerare har kommit till skada.
311	utsläpp av farligt gods i vätskeform	0,95		Sannolikheten för att farligt gods i vätskeform kommer ut bedöms till 95% och följaktligen att 5% tryckkondenserad gas kommer ut. I fördelningen värderas dels respektive andel av farligt godsslag och dels tillgänglig statistik avseende risken för skada hos tunnväggiga respektive tjockväggiga tankar.
320	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda/flera döda.
321	farligt gods antänds	0,15		Det antas att sannolikheten för att farligt gods ska antändas är 15% då andelen brännbart gods är låg.
400	persontåg fattar eld	0,75		Se 300.
410	samtliga passagerare min 300 m från brand inom 10 min	0,65		Se 310.
411	utsläpp av farligt gods i vätskeform	0,95		Se 311.
420	extern assistans effektiv	0,05		Se 320.
421	farligt gods antänds	0,15		Se 321.

Sammanstötning persontåg-persontåg, S1				
11	persontåg har låg hastighet vid sammanstötning	0,75		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21	persontåg fattar eld	0,002		Det finns inga belägg för att sammanstötningar i låg hastighet leder till brand.
22	persontåg fattar eld	0,01		Vid sammanstötning i hög hastighet finns en möjlighet att brand uppstår.
100	effektiv självräddning	0,95		Det antas att några av passagerarna skadats/dödats vid sammanstötningen, så att de inte kan genomföra självräddning.
110	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänstens insats bedöms vara effektiv i övriga fall.
200	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,6		Brand har uppstått till följd av sammanstötningen och människor har kommit till skada.
210	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda alternativt flera döda.

Sammanstötning persontåg- godståg, S2				
11	persontåg har låg hastighet vid sammanstötning	0,75		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21	persontåg fattar eld	0,002		Det finns inga belägg för att sammanstötningar i låg hastighet leder till brand.
22	persontåg fattar eld	0,01		Vid sammanstötning i hög hastighet finns en möjlighet att brand uppstår.
31, 32	godståg har farligt gods som frigörs	0,0014 0,007		Andelen farligt gods totalt har bedömts vara 8%. Av denna andel har 10% tunnväggiga tankar bedömts gå läck vid en högfartskollision och 2% vid en lågfarts. Av konservativa skäl ansätts samma data för tjockväggiga. $0,08 \cdot 0,1$
41	persontåg fattar eld	0,002		analogt med 21
42	persontåg fattar eld	0,01		analogt med 22
100	effektiv självräddning	0,95		Det antas att några av passagerarna skadats/dödats vid sammanstötningen, så att de inte kan genomföra självräddning i full utsträckning.
110	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänstens insats bedöms vara effektiv i 85% av övriga fall.
200	persontåg fattar eld	0,6		Andelen persontåg som fattar eld är bedömt till 60% och i 40% av fallen bedöms att farligt gods frigörs, enligt ovan.
210	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,65		Det bedöms att passagerare och personal kan evakueras ur tunneln utan att någon ytterligare dödas eller kommer till allvarlig skada.
211	utsläpp av farligt gods	0,95		Sannolikheten för att farligt gods i vätskeform kommer ut bedöms till 95% och 5% att tryckkondenserad gas kommer ut.
220	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda alt flera döda.
221	farligt gods antänds	0,15		Sannolikheten för att farligt gods i vätskeform ska antändas är 15%, då andelen brännbart gods är låg. Enstaka döda eller många döda som resultat.

Sammanstötning persontåg- övrigt spårbundet, S3				
11	persontåg har låg hastighet vid sammanstötning	0,75		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21	persontåg fattar eld	0,001		Det finns inga belägg för att sammanstötningar i låg hastighet leder till brand.
100	effektiv självräddning	0,95		Det antas att några av passagerarna skadats/dödats vid sammanstötningen, så att de inte kan genomföra självräddning i full utsträckning.
110	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänstens insats bedöms vara effektiv i 85% av övriga fall.
200	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,6		Det bedöms att passagerare och personal kan evakueras ur tunneln utan att någon ytterligare dödas eller kommer till allvarlig skada.
210	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda alt flera döda.

Sammanstötning persontåg- tungt föremål, S4				
11	persontåg har låg hastighet vid sammanstötning	0,75		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21	persontåg fattar eld	0,001		Antar att kollision i låg fart inte leder till brand. Vid sammanstötning i hög hastighet finns en möjlighet att brand uppstår.
100	effektiv självräddning	0,95		Det antas att några av passagerarna skadats/dödats vid sammanstötningen, så att de inte kan genomföra självräddning i full utsträckning.
110	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänstens insats bedöms vara effektiv i 85% av övriga fall.
200	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,6		Det bedöms att passagerare och personal kan evakueras ur tunneln utan att någon ytterligare dödas eller kommer till allvarlig skada.
210	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänsten bedöms kunna göra en effektiv insats i 5% av fallen med enstaka döda alt flera döda.

Brand sitt- och restaurangvagn, B1				
11	brand detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW, bekämpning lyckas eller kan hanteras utan stopp i tunnel	0,9		Hur stor andel av rapporterade bränder når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31, 32	stopp i tunnel	0,3		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Ändras vid nödbromslogik
100	återställ nödbroms och kör ut ur tunnel	0,75		Om nödbromsning skett undersöka om det är möjligt att köra ut tåget ur tunneln.
110	samtliga passagerare och personal 300 m från brand 10 min efter stopp	0,75		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120, 121	mötande spår fritt från tåg	0,95		SIR-projektet förutsätts vara genomfört på Västkustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg innan det stoppats
130	utrymmande passagerare och personal i mötande spårområde hinner undan	0,9		Evakuering förutsätts genomföras med god kontroll. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några av dem att bli påkörda och dödade.
131	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.
132	utrymmande passagerare och personal i mötande spårområde hinner undan	0,6		Evakuering förutsätts vara mindre väl genomförd med bristande kontroll och styrning. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några/många av dem att bli påkörda och dödade.

Brand sov- och liggvagn, B2				
11	branden detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW. bekämpning lyckas alt stopp utanför tunnel	0,9		Hur stor andel av rapporterade bränder når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31,32	stopp i tunnel	0,3		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Ändras vid nödbromslogik
100	återställ nödbroms och kör tåget ut ur tunnel	0,9		Om nödbromsning skett undersöka om det är möjligt att köra ut tåget ur tunneln.
110	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,25		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120, 121	mötande spår fritt från tåg	0,97		SIR-projektet förutsätts vara genomfört på Väst kustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg innan det stoppats.
130	utrymmande passagerare och personal i mötande spår område hinner undan	0,9		Evakuering förutsätts genomföras med god kontroll. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några/många av dem att bli påkörda och dödade.
131	extern assistans effektiv	0,01		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.
132	utrymmande passagerare och personal i mötande spår område hinner undan	0,6		Evakuering förutsätts vara mindre väl genomförd med bristande kontroll och styrning. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några/många av dem att bli påkörda och dödade.

Brand lok, B3				
11	branden detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW. bekämpning lyckas alt stopp utanför tunnel	0,95		Hur stor andel av rapporterade bränder når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31,32	stopp i tunnel	0,1		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Stopp av tekniska orsaker troligast. Ändras vid nödbromslogik
110	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,7		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120,121	mötande spår fritt från tåg	0,95		SIR-projektet förutsätts vara genomfört på Västkustbanan. Systemet ger möjlighet att informera trafikledning och andra tåg genom ett nödsamtal från ett skadat tåg innan det stoppats.
130	utrymmande passagerare och personal i mötande spårområde hinner undan	0,9		Evakuering förutsätts genomföras med god kontroll. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några/många av dem att bli påkörda och dödade.
131	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.
132	utrymmande passagerare och personal i mötande spårområde hinner undan	0,6		Evakuering förutsätts vara mindre väl genomförd med bristande kontroll och styrning. Om några människor befinner sig på motsatta spåret samtidigt som det kommer ett tåg kommer några/många av dem att bli påkörda och dödade.

Enkelspårtunnel

Urspårning persontåg, U1				
11	persontåg har låg hastighet vid urspårning	0,75		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21, 22	urspårningsbegränsare fungerar	0,95, 0,7		Om de fungerar eller ej beror på hastigheten.
31, 32	spårar ut mot bergvägg	1		Urspårning sker mot bergvägg, kan ej ske mot andra spåret eftersom det är enkelspårtunnel.
100, 200	Urspårat tåg kolliderar med mötande	0		Enkelspårtunnel innebär att det bara finns ett spår.
111	effektiv självräddning	0,99		Det antas att någon enstaka passagerare har skadats vid urspårningen och inte kan genomföra självräddning.
121	extern assistans effektiv	0,9		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 90% av fallen.
211	effektiv självräddning	0,95		Det antas att flera passagerare har skadats vid urspårningen och inte kan genomföra självräddning.
221	extern assistans effektiv	0,85		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 85% av fallen.

Urspårning godståg, U2				
11	godståg har låg hastighet vid urspårning	0,1		Alla tåg som avgår eller ska stanna på stationen antas ha en hastighet som är mindre än 70 km/h. Sammanstötningar i låg fart leder till lägre konsekvenser än i hög fart. Samma förhållande mellan station och tunnel.
21,22	urspårningsbegränsare fungerar	0,95, 0,7		Om de fungerar eller ej beror på hastigheten.
31,32	spårar ut mot bergvägg	1		Urspårning sker mot bergvägg.
100, 200	urspårat tåg kolliderar med mötande	0		Enkelspårtunnel innebär att det bara finns ett spår.
111	effektiv självräddning	0,98		Det antas att 2% av passagerarna har skadats vid urspårningen med sammanstötning, så att de inte kan genomföra självräddning.
121	extern assistans effektiv	0,9		Räddningstjänsten bedöms göra en effektiv insats i 90% av fallen.
211	effektiv självräddning	0,98		Det antas att 2% av passagerarna har skadats vid urspårningen med sammanstötning, så att de inte kan genomföra självräddning.
221	extern assistans effektiv	0,7 0,9		Se 120.

Sammanstötning persontåg-persontåg, S1

Samma som för dubbelspårstunnel.

Sammanstötning persontåg- godståg, S2

Samma som för dubbelspårstunnel.

Sammanstötning persontåg- övrigt spårbundet, S3

Samma som för dubbelspårstunnel.

Sammanstötning persontåg- tungt föremål, S4

Samma som för dubbelspårstunnel.

Brand sitt- och restaurangvagn, B1

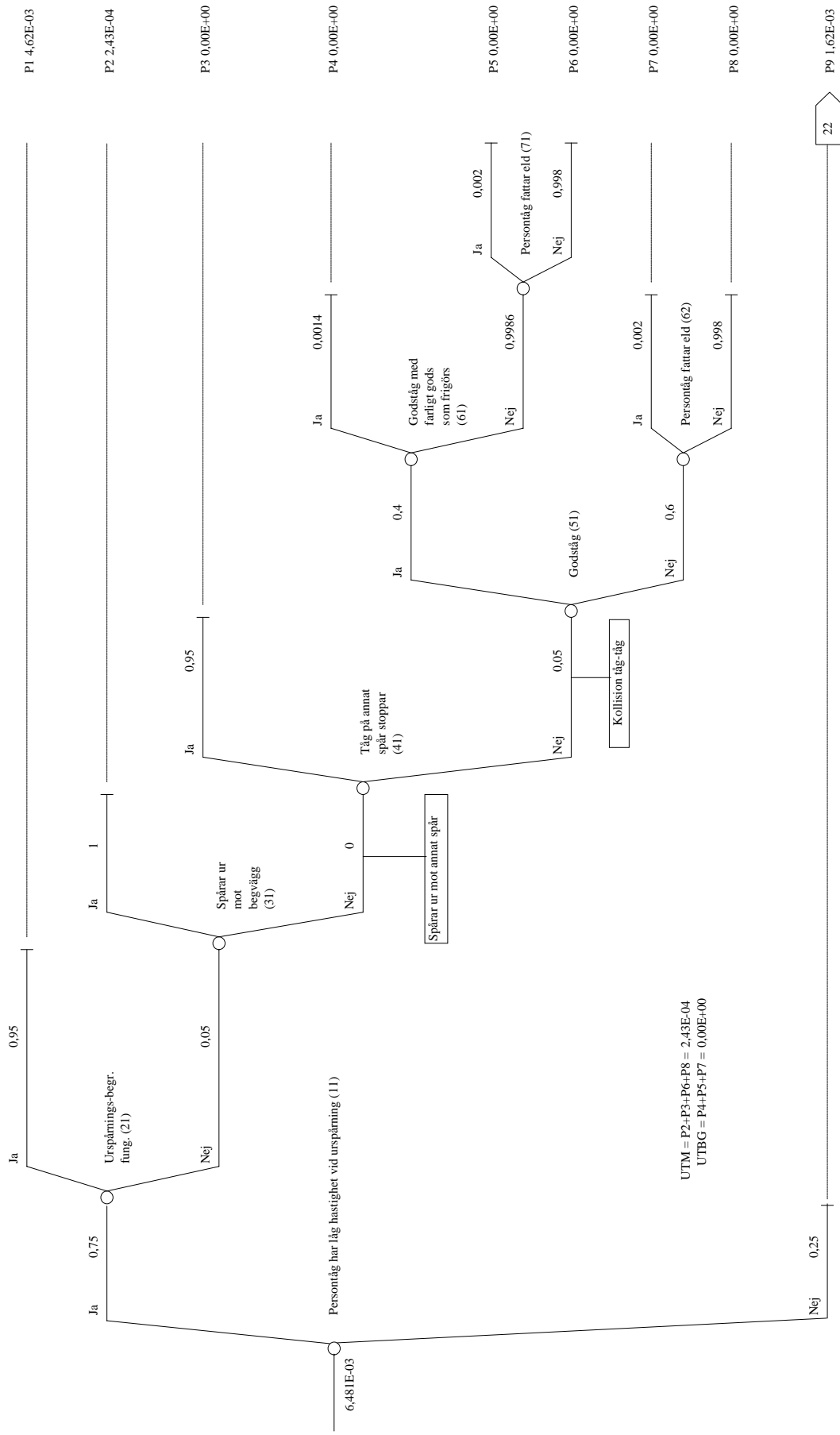
11	brand detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW, bekämpning lyckas eller kan hanteras utan stopp i tunnel	0,9		Hur stor andel av rapporterade bränder som når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31, 32	stopp i tunnel	0,3		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Ändras vid nödbromslogik
100	återställ nödbroms och kör ut ur tunnel	0,75		Om nödbromsning skett undersöka om det är möjligt att köra ut tåget ur tunneln.
110	samtliga passagerare och personal 300 m från brand 10 min efter stopp	0,75		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120,121	Mötande spår fritt från tåg	1		Enkelspårstunnel innebär att det bara finns ett spår.
131	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.

Brand sov- och liggvagn, B2				
11	branden detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW. bekämpning lyckas alt stopp utanför tunnel	0,99		Hur stor andel av rapporterade bränder som når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31,32	stopp i tunnel	0,3		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Ändras vid nödbromslogik
100	återställ nödbroms och kör tåget ut ur tunnel	0,9		Om nödbromsning skett undersöka om det är möjligt att köra ut tåget ur tunneln.
110	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,25		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120,121	Mötande spår fritt från tåg	1		Enkelspårstunnel innebär att det bara finns ett spår.
131	extern assistans effektiv	0,01		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.

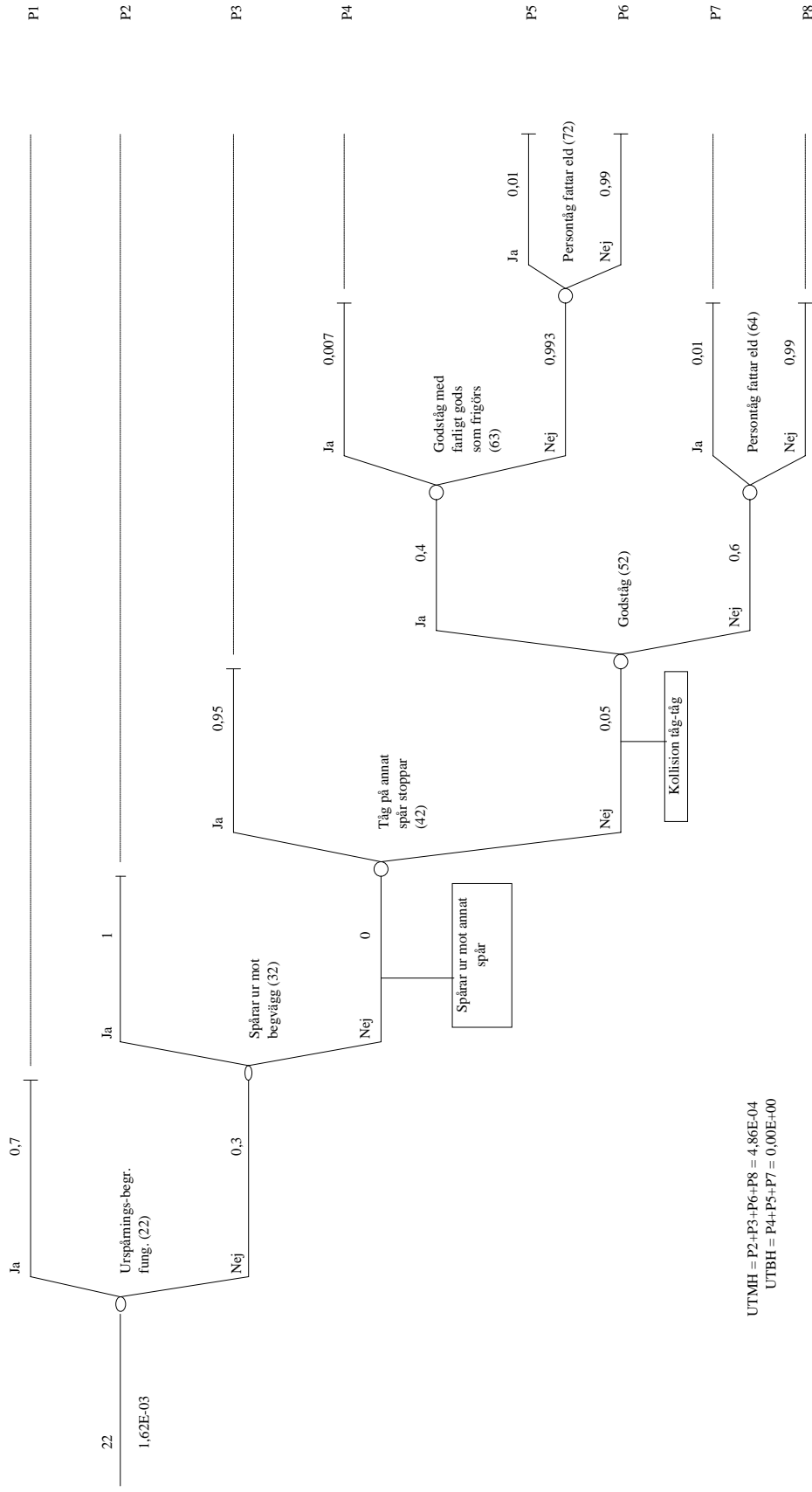
Brand lok, B3				
11	branden detekteras	0,99		Antalet bränder som detekteras är mycket högt.
21	brand under 1 MW. bekämpning lyckas alt stopp utanför tunnel	0,95		Hur stor andel av rapporterade bränder som når effekten 1 MW utan att personalen klarar att släcka branden eller få stopp på tåget utanför tunneln.
31,32	stopp i tunnel	0,1		Det föreligger en risk att tåget stannar i tunnel genom att någon drar nödbromsen eller tekniskt fel. Stopp av tekniska orsaker troligast. Ändras vid nödbromslogik
110	samtliga passagerare minst 300 m från brand 10 min efter stopp	0,7		Om tåget inte kan köras ur tunnel, krävs evakuering.
120,121	Mötande spår fritt från tåg	1		Enkelspårstunnel innebär att det bara finns ett spår.
131	extern assistans effektiv	0,05		Räddningstjänstens insatstid är mellan 10-15 min efter larm. Det antas att enstaka människor dödas vid en effektiv insats av Räddningstjänsten. I annat fall dödas flera människor.

HÄNDELSETRÄD
SMTÖ ENKELSPÅRSTUNNEL

Persontåg spårar ur (U1_enkel)



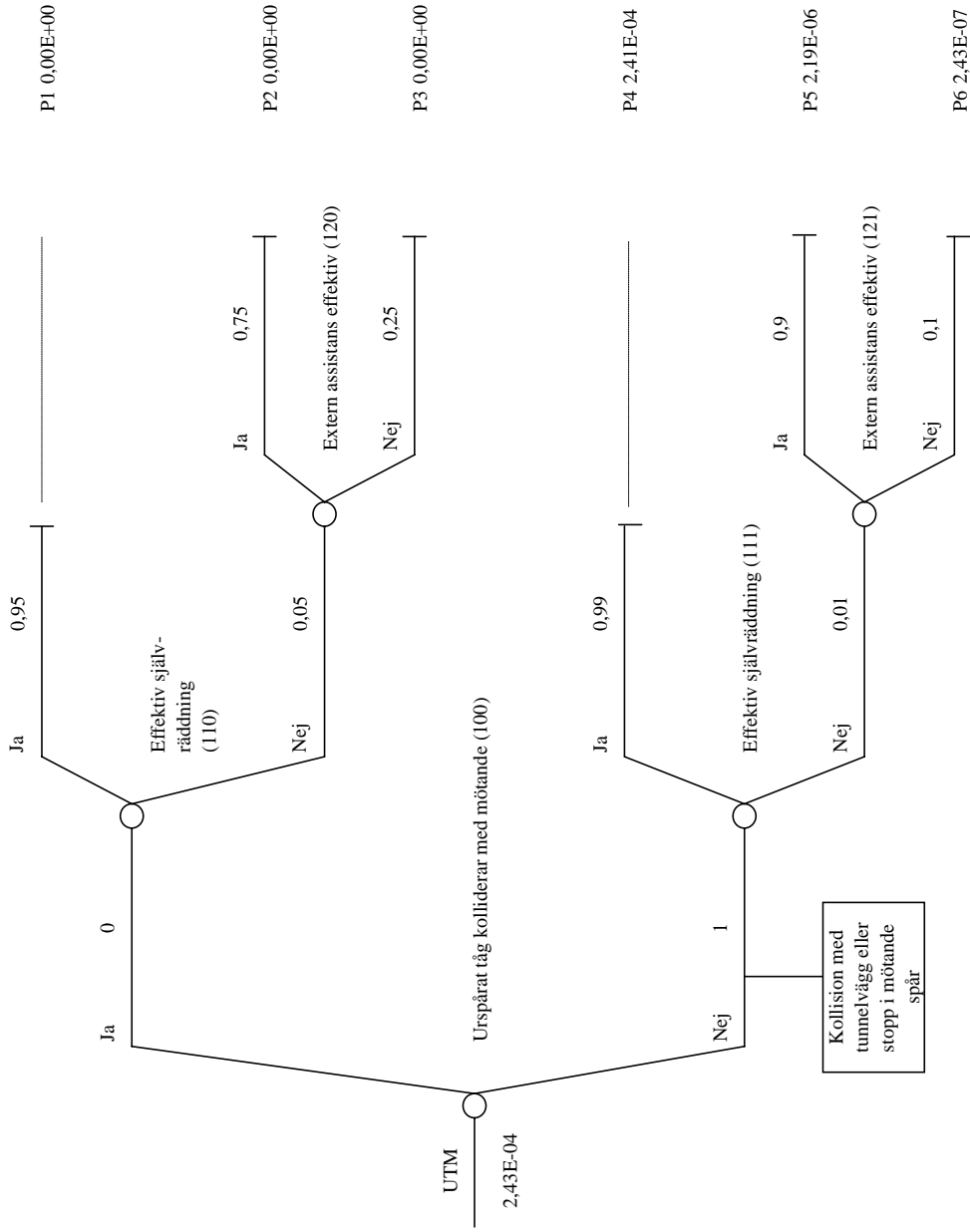
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



$$UTMH = P2+P3+P6+P8 = 4.86E-04$$

$$UTBH = P4+P5+P7 = 0.00E+00$$

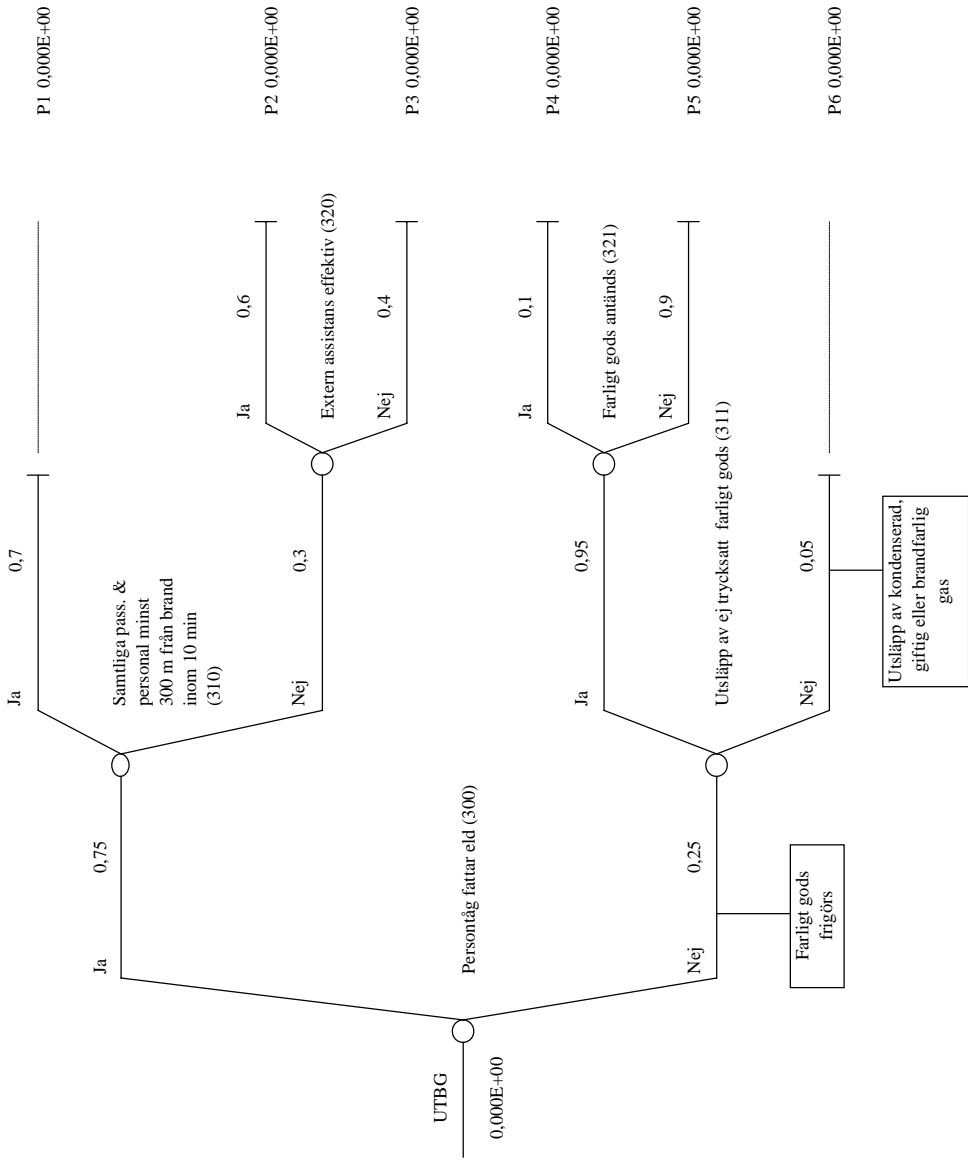
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 2,42800E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 2,43043E-07
- K4: Flera döda = P3 0,00000E+00

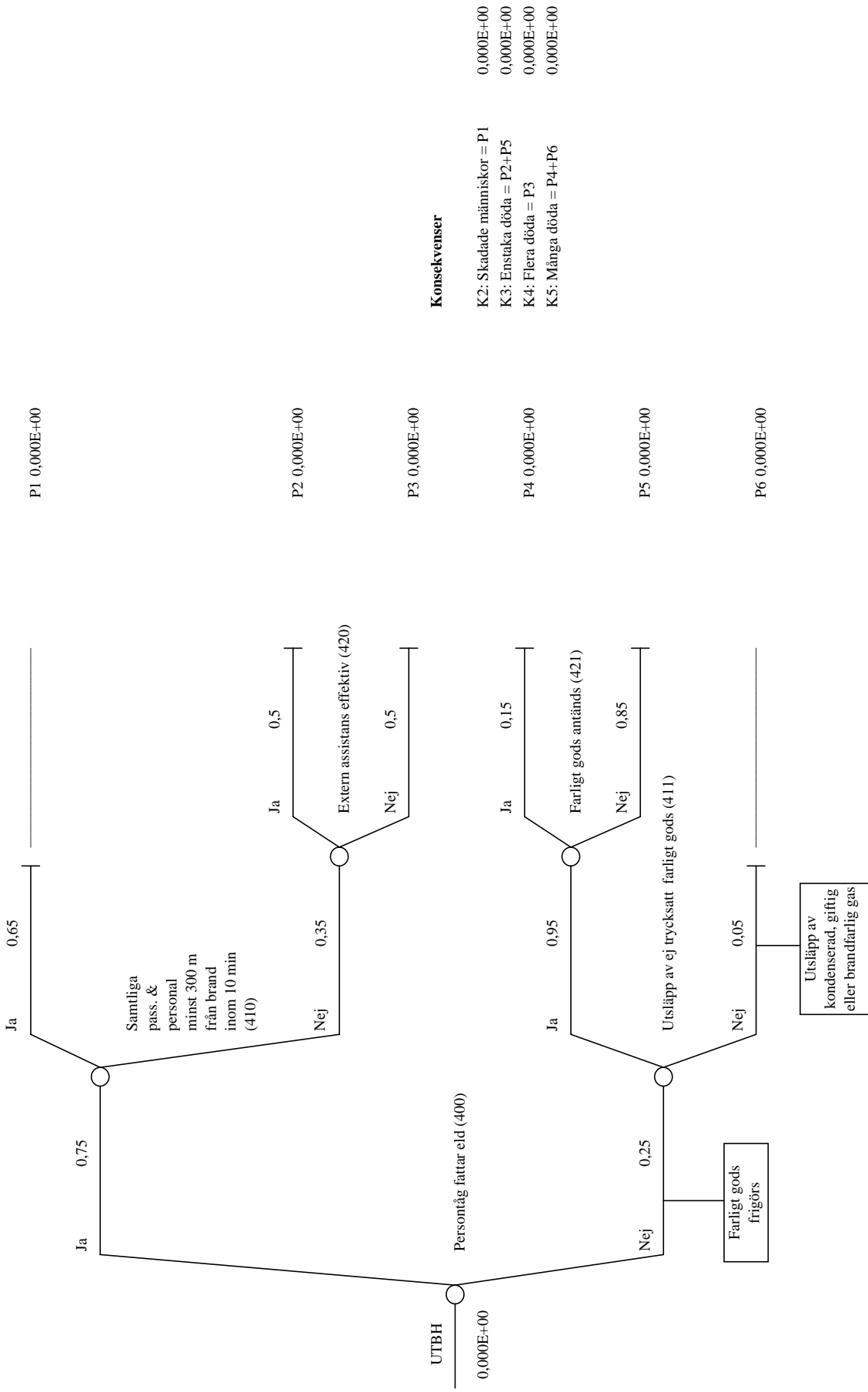
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



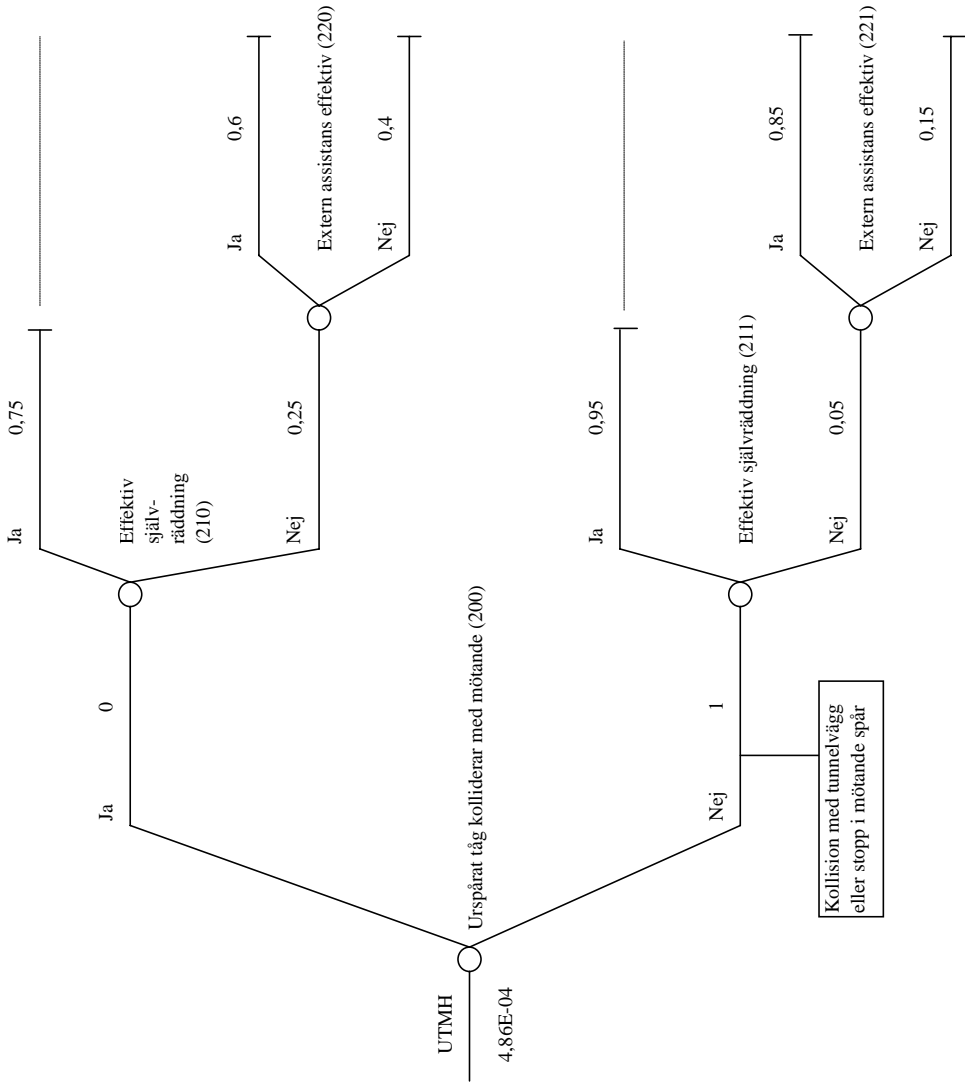
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 0,0000E+00
- K3: Enstaka döda = P2+P5 0,0000E+00
- K4: Flera döda = P3 0,0000E+00
- K5: Många döda = P4+P6 0,0000E+00

Persontåg spårar ur (U1_enkel)



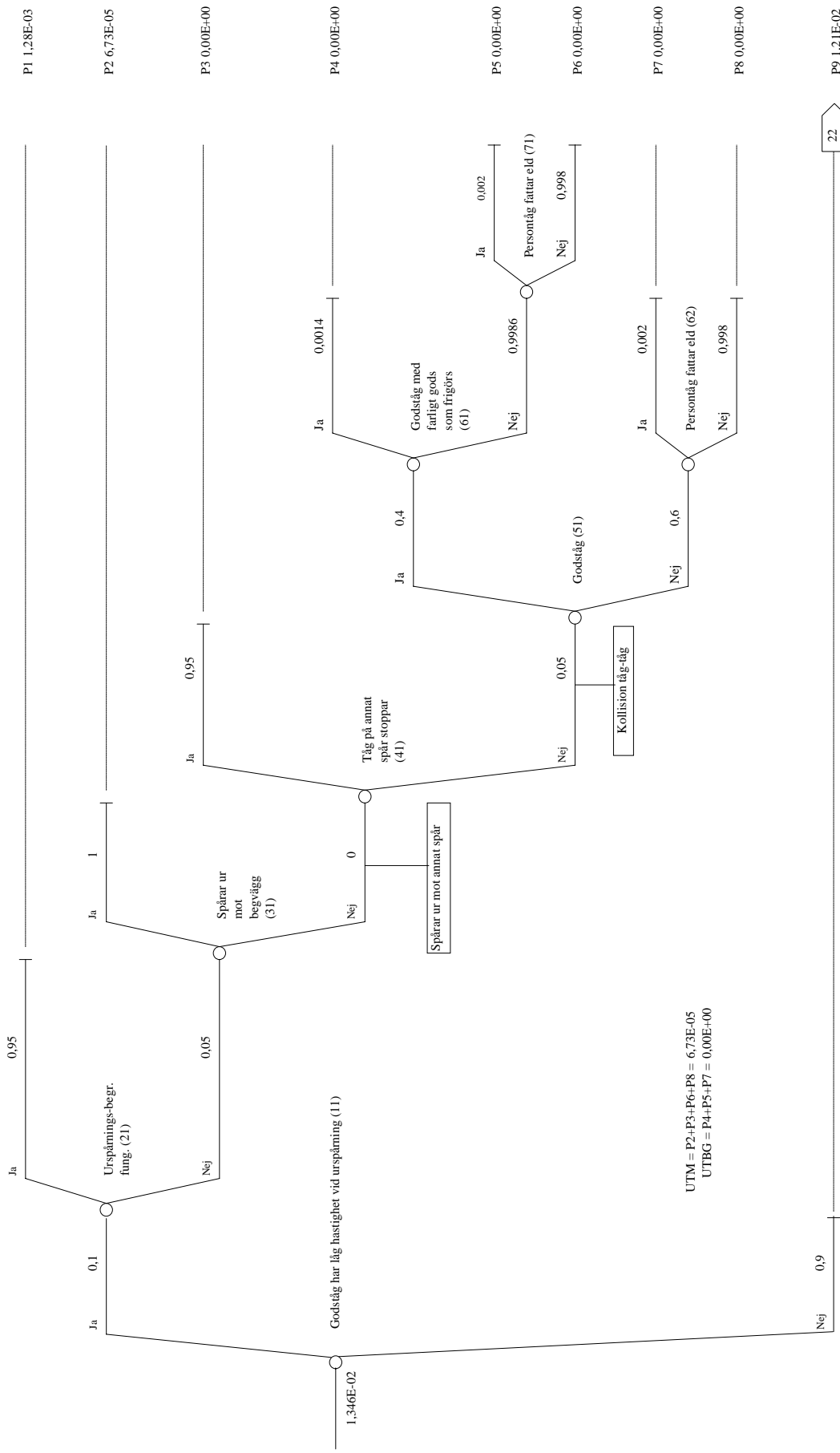
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



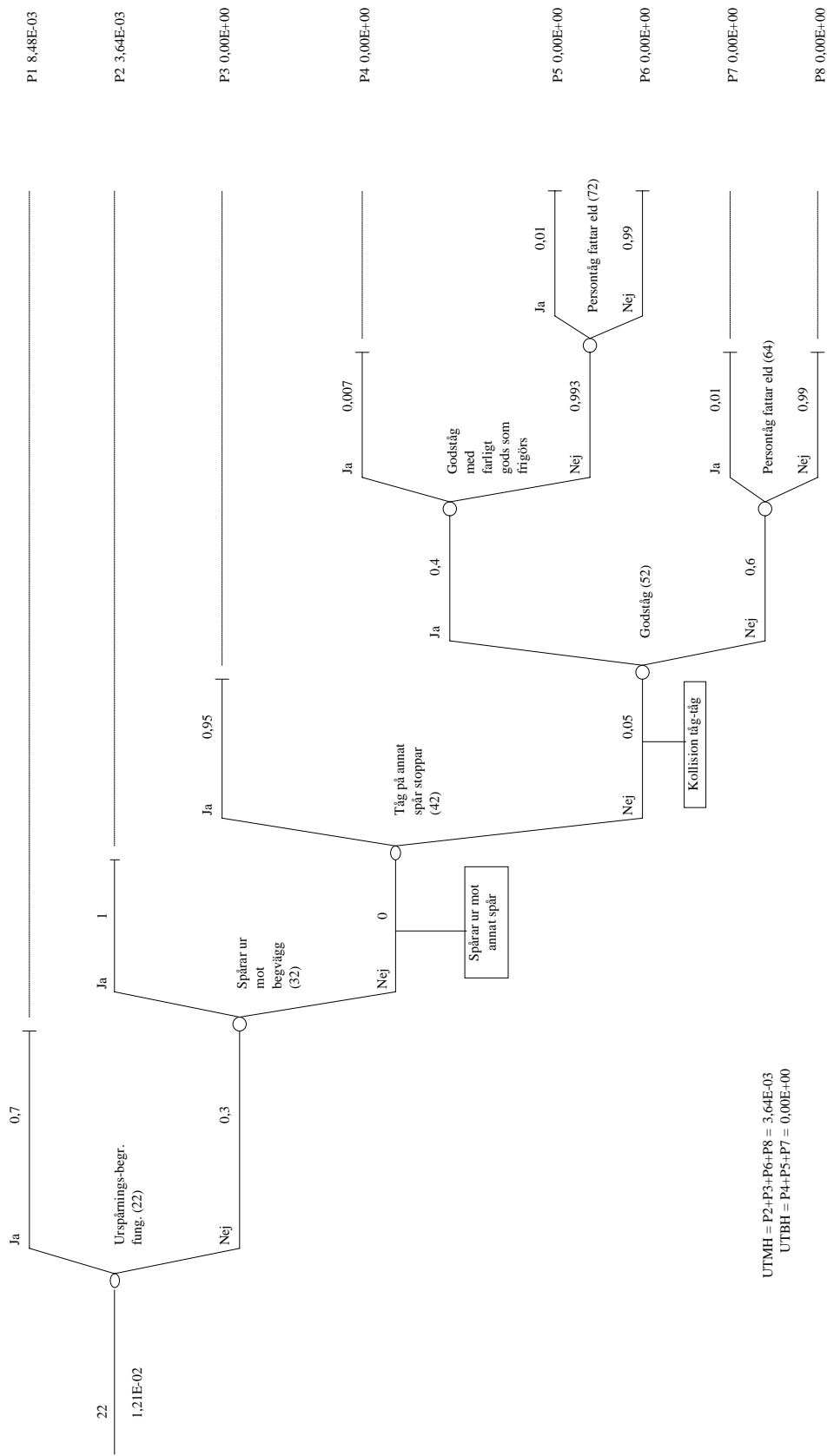
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P3+P4 4,82441E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 3,64565E-06
- K4: Flera döda = P3 0,00000E+00

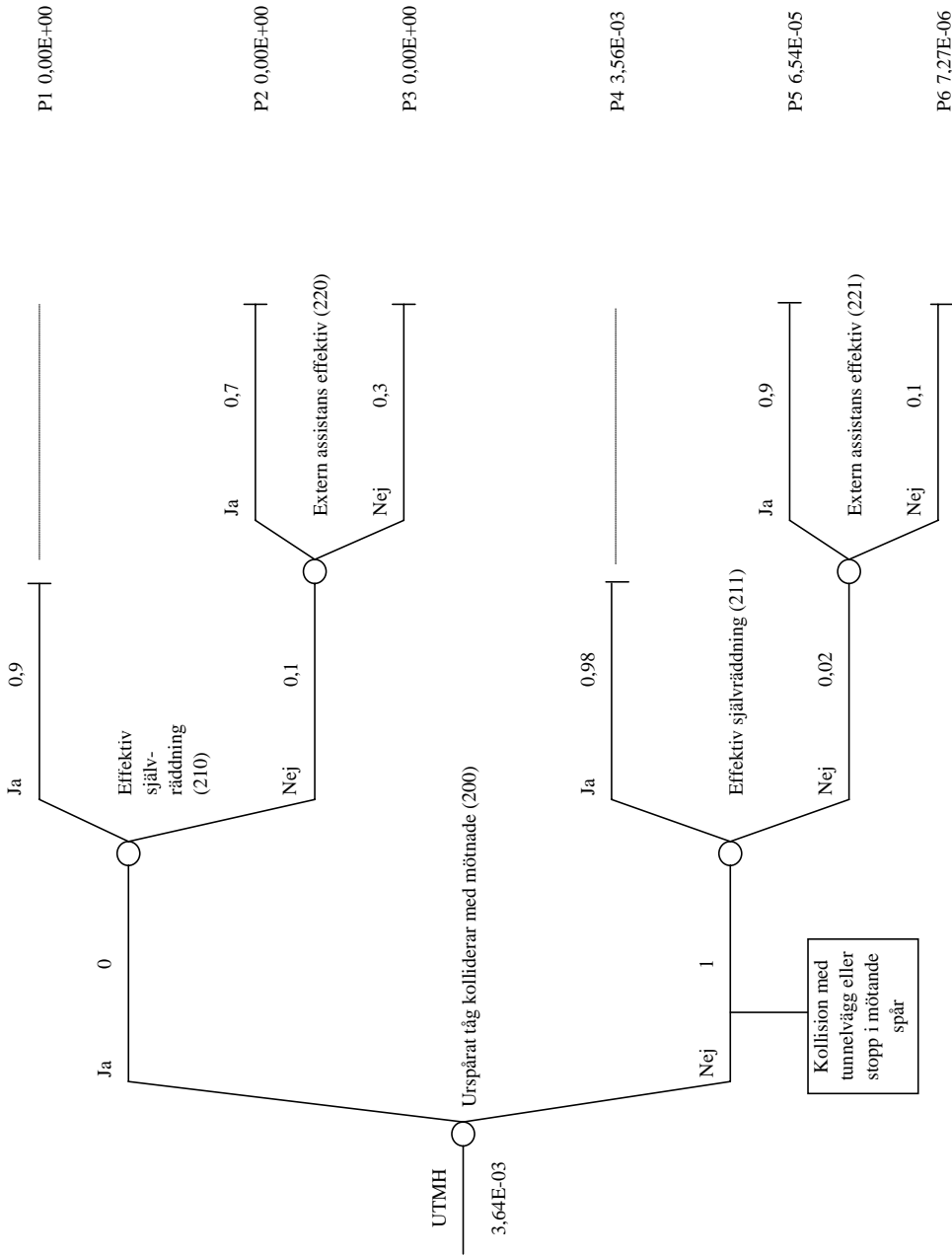
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Godståg spårar ur (U2_enkel)



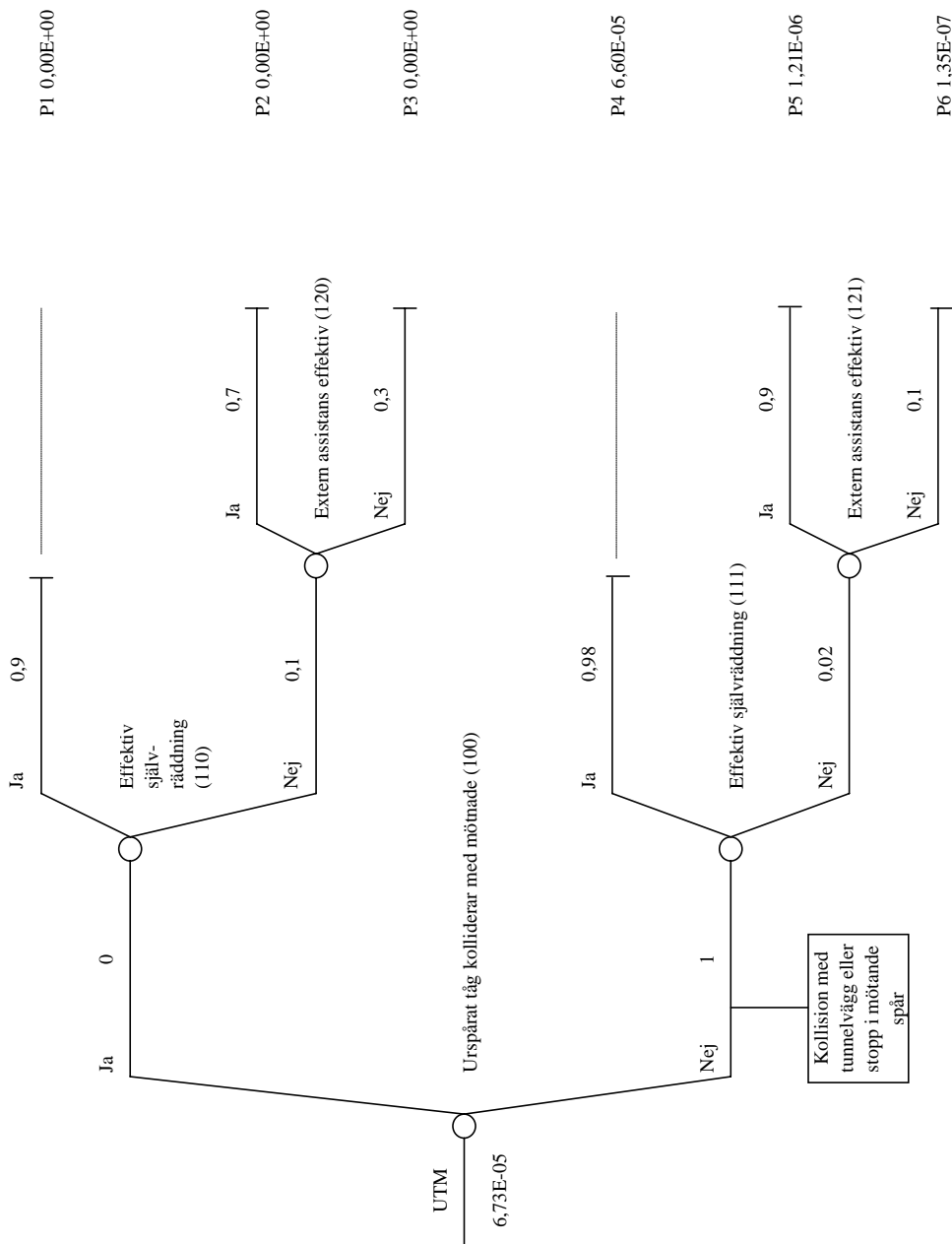
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 3,63E-03
- K3: Enstaka döda = P2+P6 7,27E-06
- K4: Flera döda = P3 0,00E+00

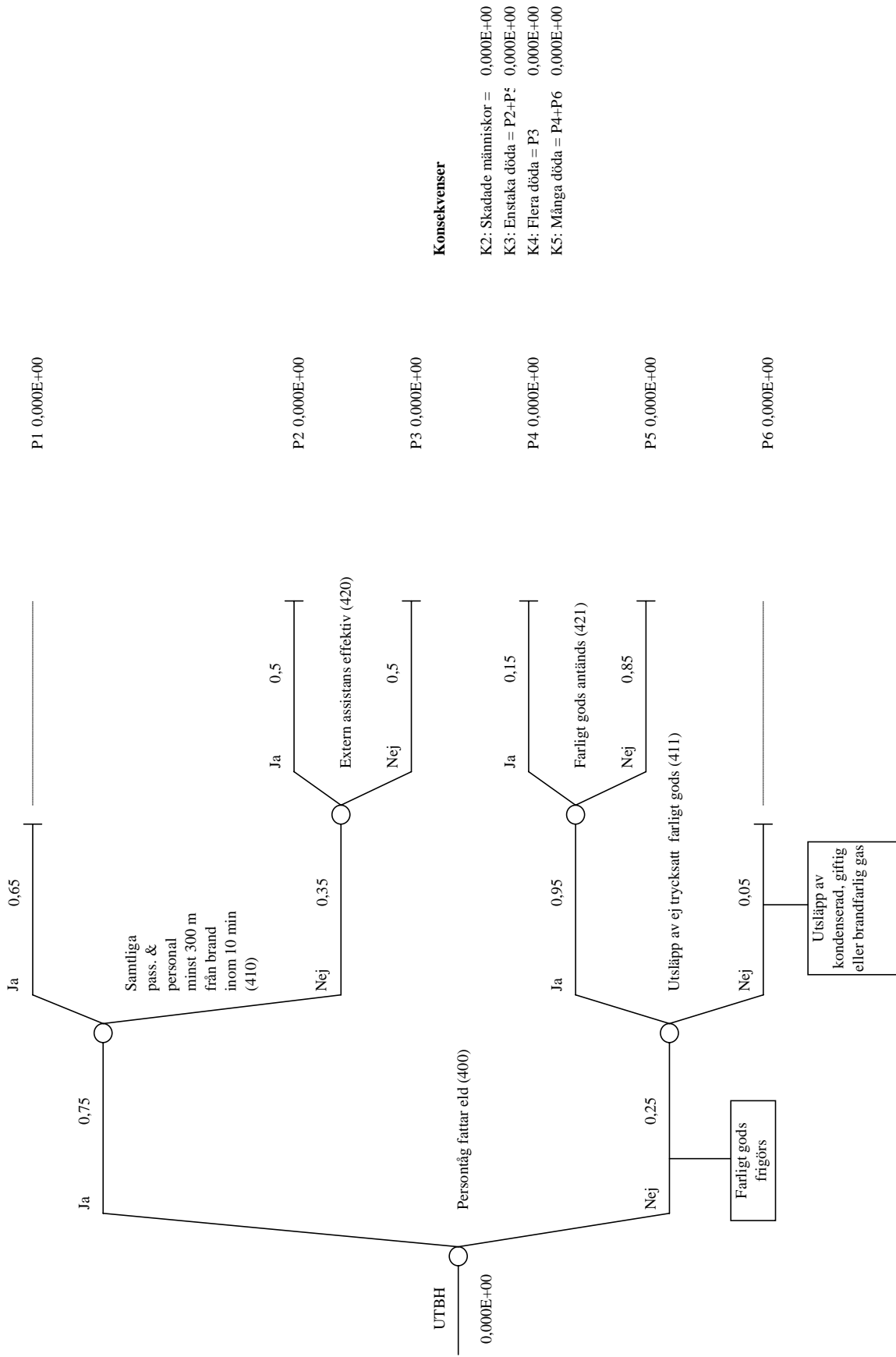
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 6,72E-05
- K3: Enstaka döda = P2+P6 1,35E-07
- K4: Flera döda = P3 0,00E+00

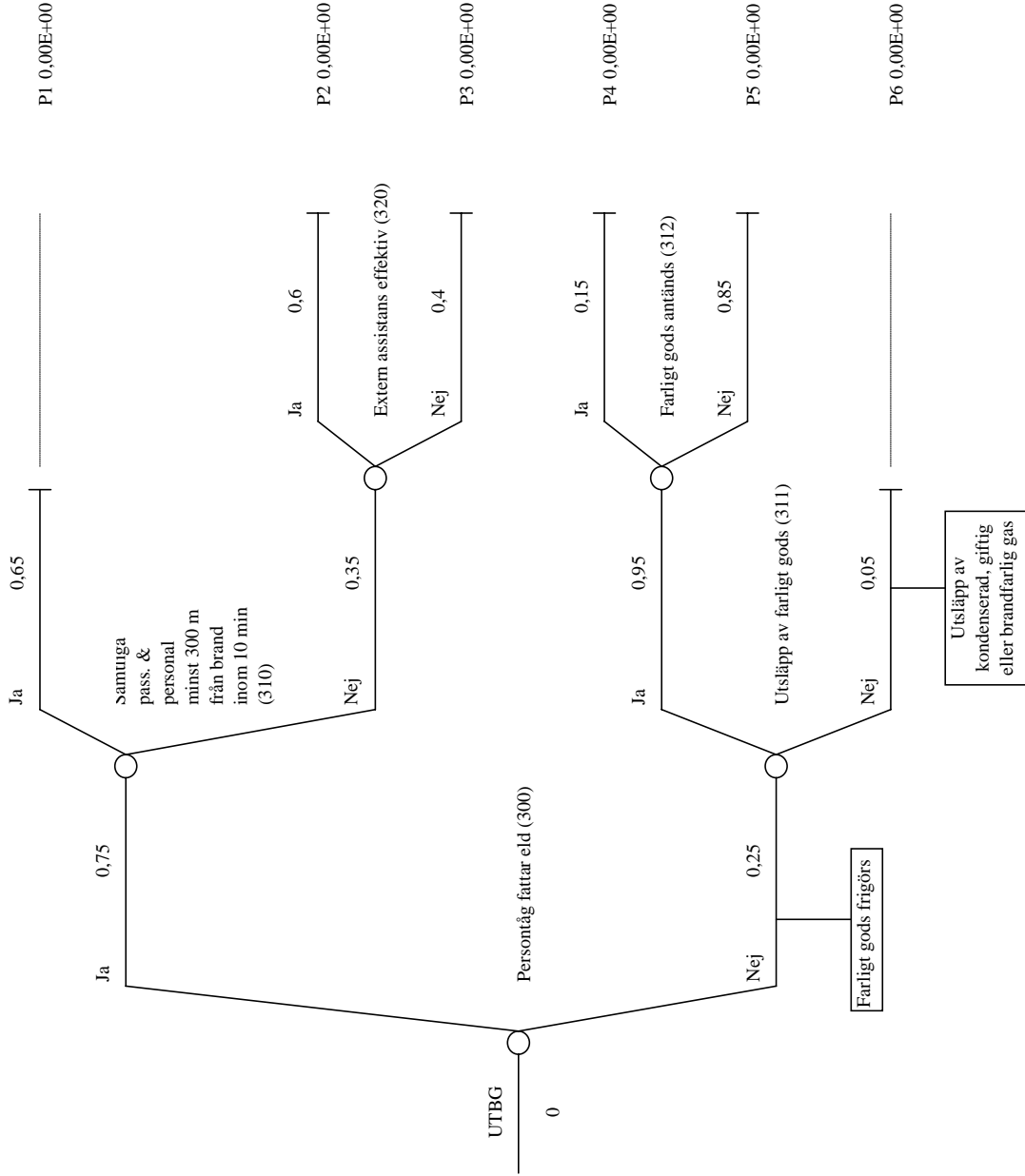
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = $0,000E+00$
- K3: Enstaka döda = $P2+P5$ $0,000E+00$
- K4: Flera döda = $P3$ $0,000E+00$
- K5: Många döda = $P4+P6$ $0,000E+00$

Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1
- K3: Enstaka döda = P2+P5
- K4: Flera döda = P3
- K5: Många döda = P4+P6

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

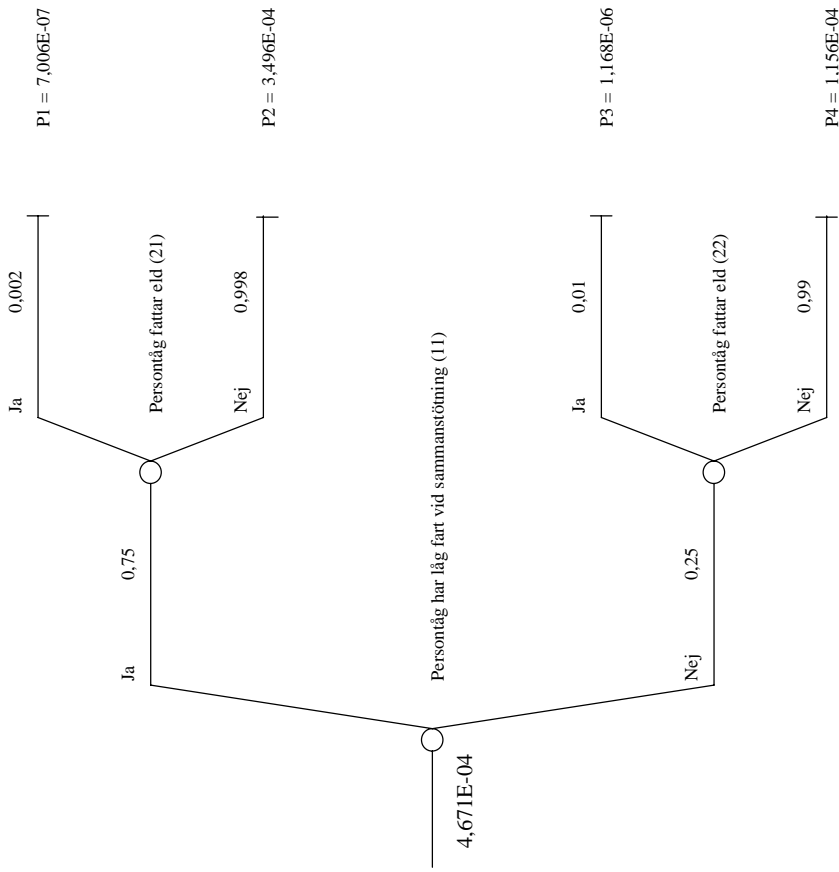
0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

0,000E+00

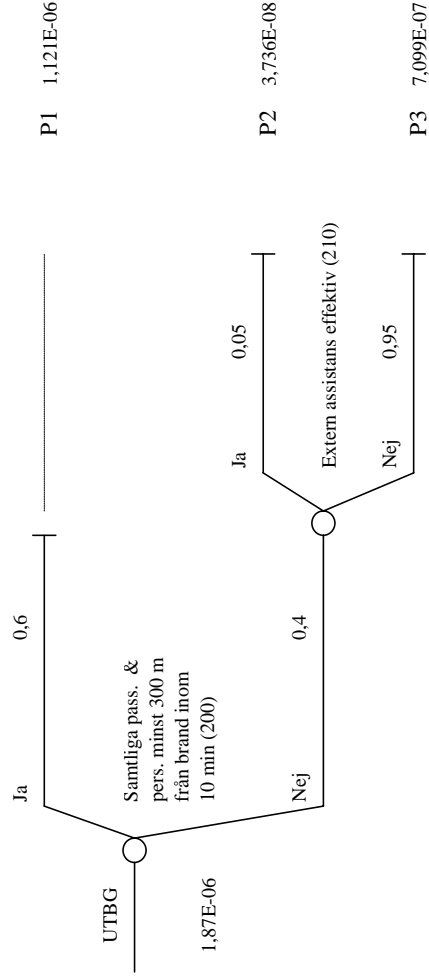
Sammanstötning Persontåg - godståg (SI_dubbel)



$$UTBG = P1+P3 \quad 1,868E-06$$

$$UTM = P2+P4 \quad 4,652E-04$$

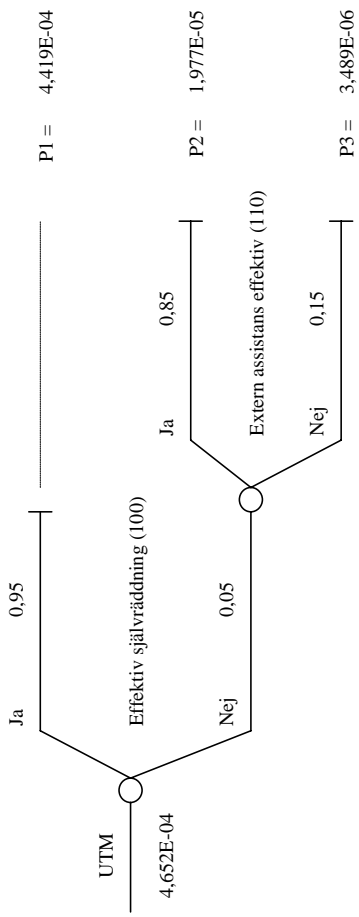
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,121E-06
- K4: Flera döda = P2 3,736E-08
- K5: Många döda = P3 7,099E-07

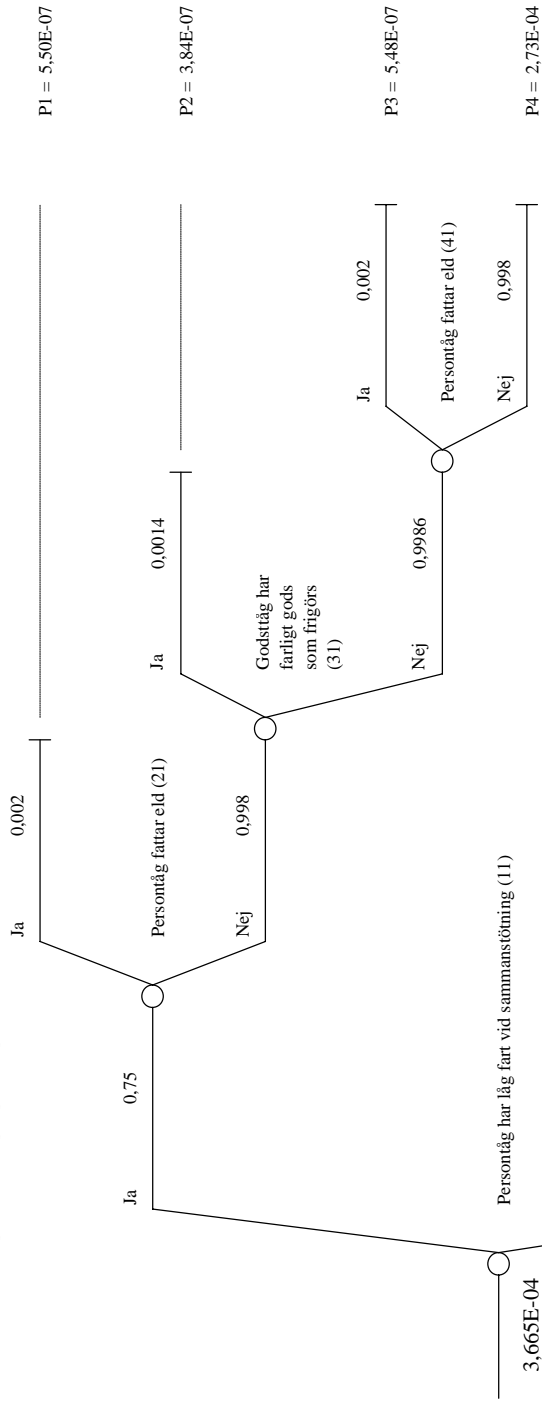
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

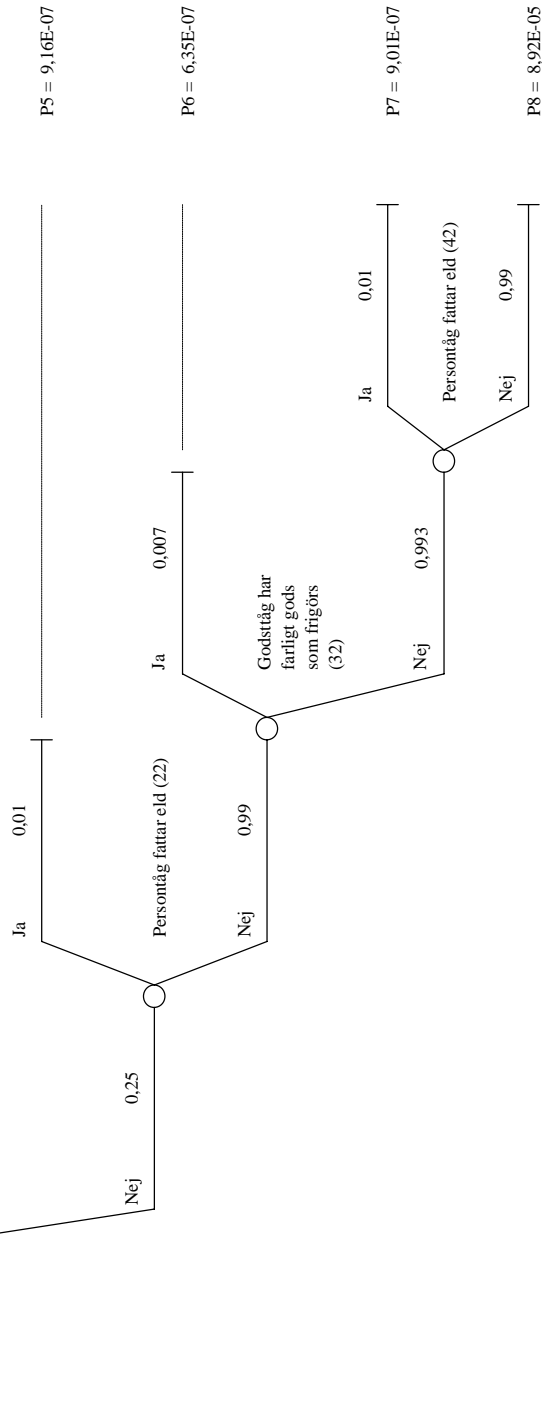
- K2: Skadade människor = P1 4,419E-04
- K3: Enstaka döda = P2 1,977E-05
- K4: Flera döda = P3 3,489E-06

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)

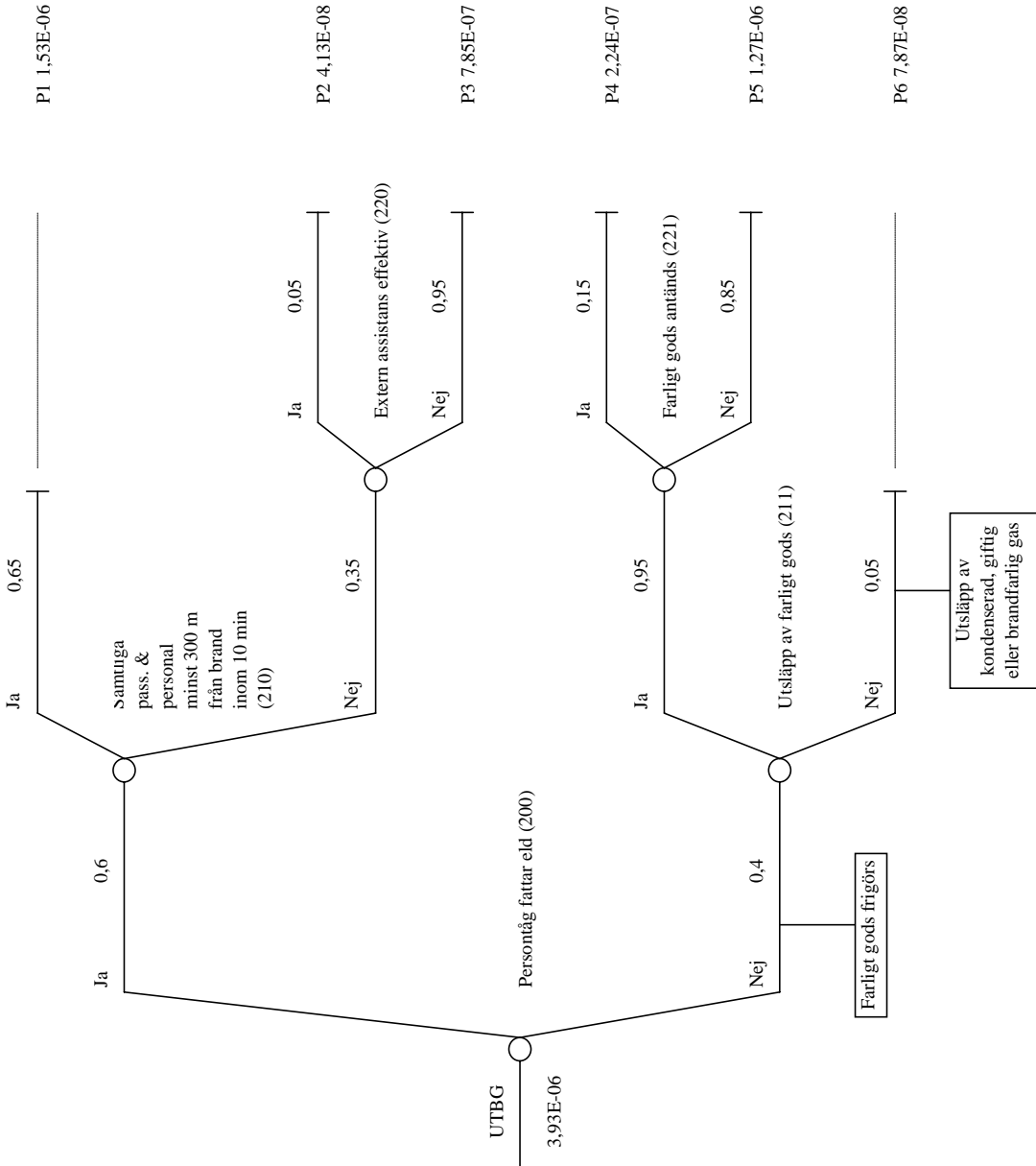


UTBG = P1+P2+P3+P5+P6+P7 = 3,93E-06

UTM = P4+P8 = 3,63E-04



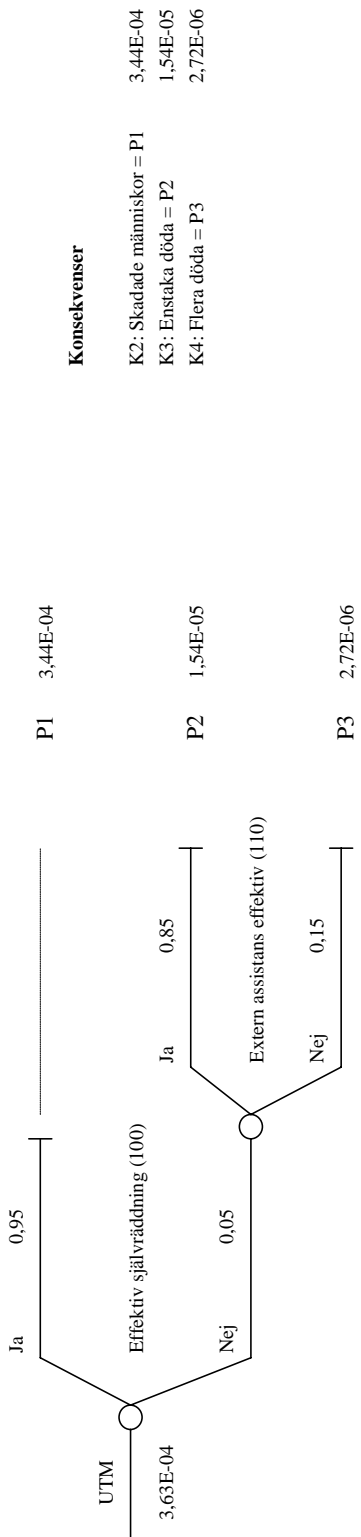
Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



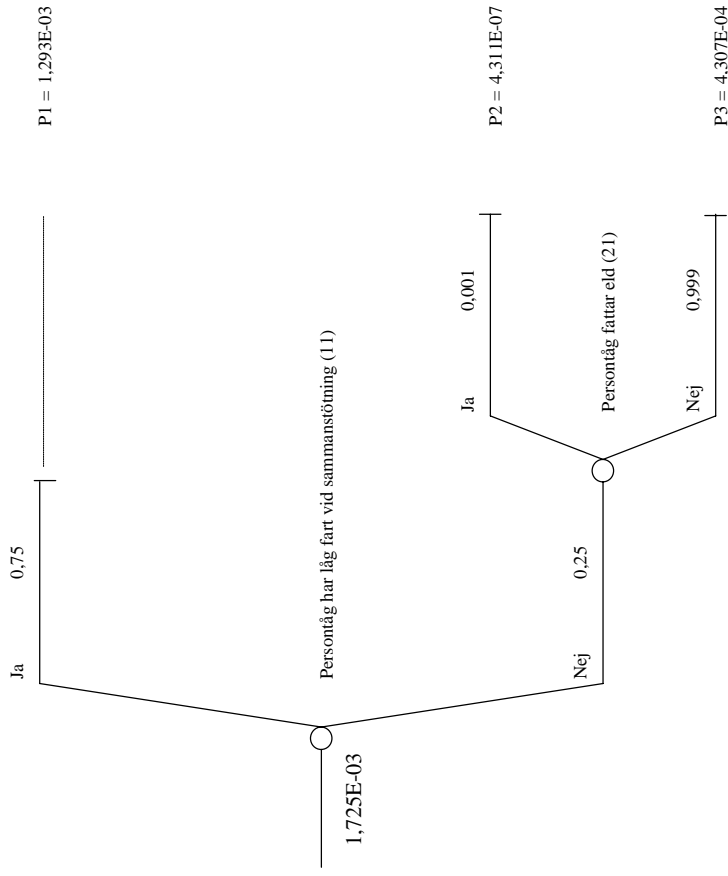
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,53E-06
- K3: Enstaka döda = P2+P5 1,31E-06
- K4: Flera döda = P3 7,85E-07
- K5: Många döda = P4+P6 3,03E-07

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



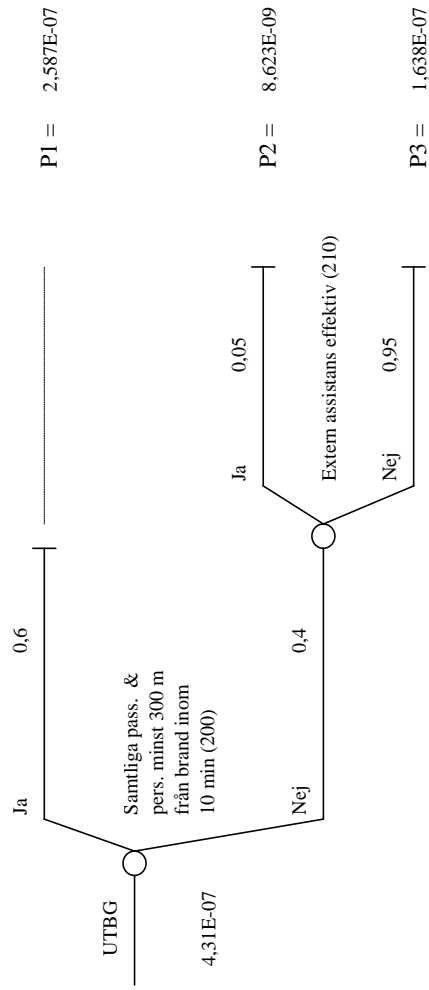
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



$$UTBG = P2 \cdot 4,311E-07$$

$$UTM = P1 + P3 \cdot 1,724E-03$$

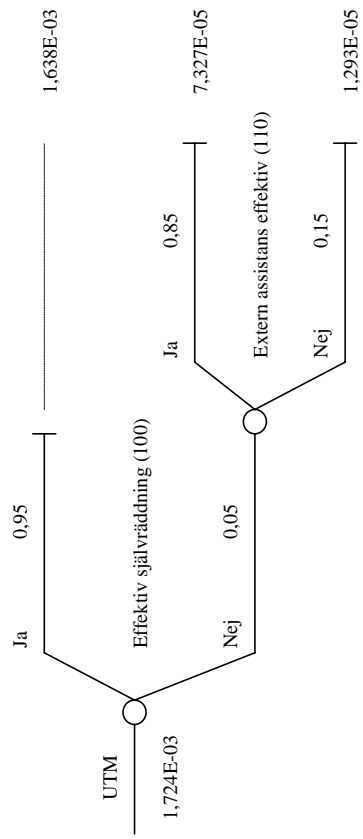
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,587E-07
- K4: Flera döda = P2 8,623E-09
- K5: Många döda = P3 1,638E-07

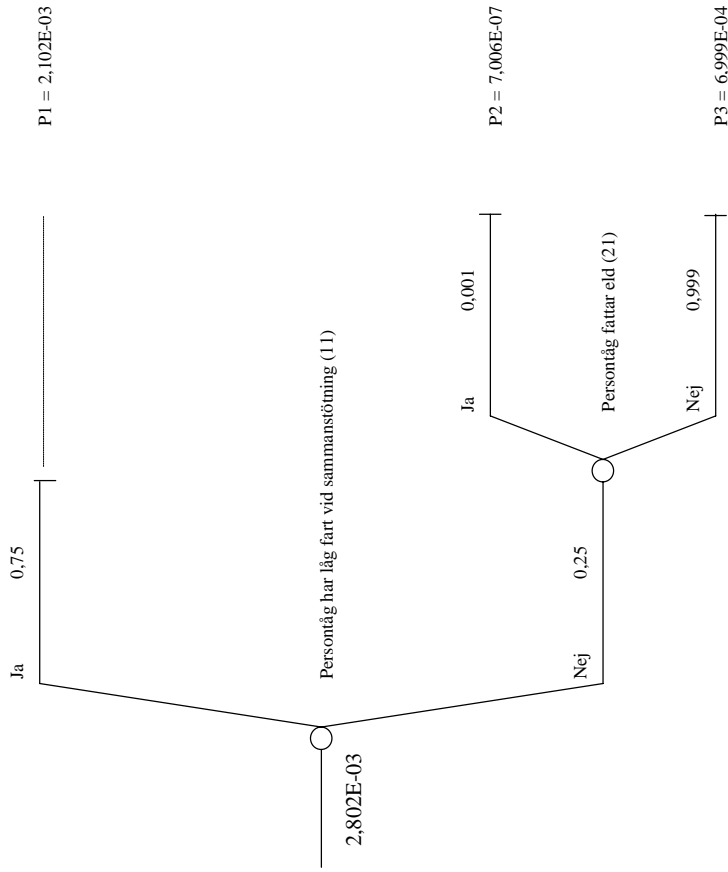
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,638E-03
- K3: Enstaka döda = P2 7,327E-05
- K4: Flera döda = P3 1,293E-05

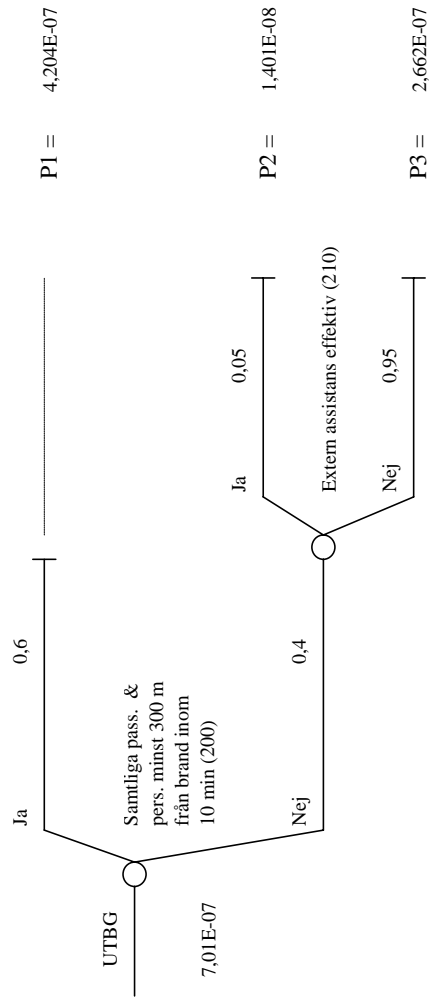
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



$$UTBG = P2 \cdot 7,006E-07$$

$$UTIM = P1 + P3 \cdot 2,802E-03$$

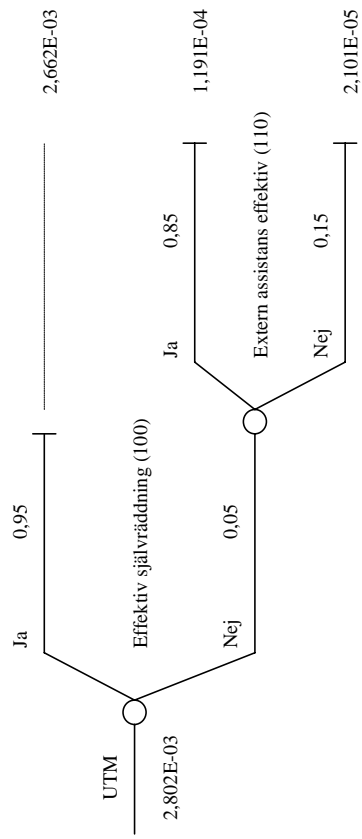
Sammanställning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 4,204E-07
- K4: Flera döda = P2 1,401E-08
- K5: Många döda = P3 2,662E-07

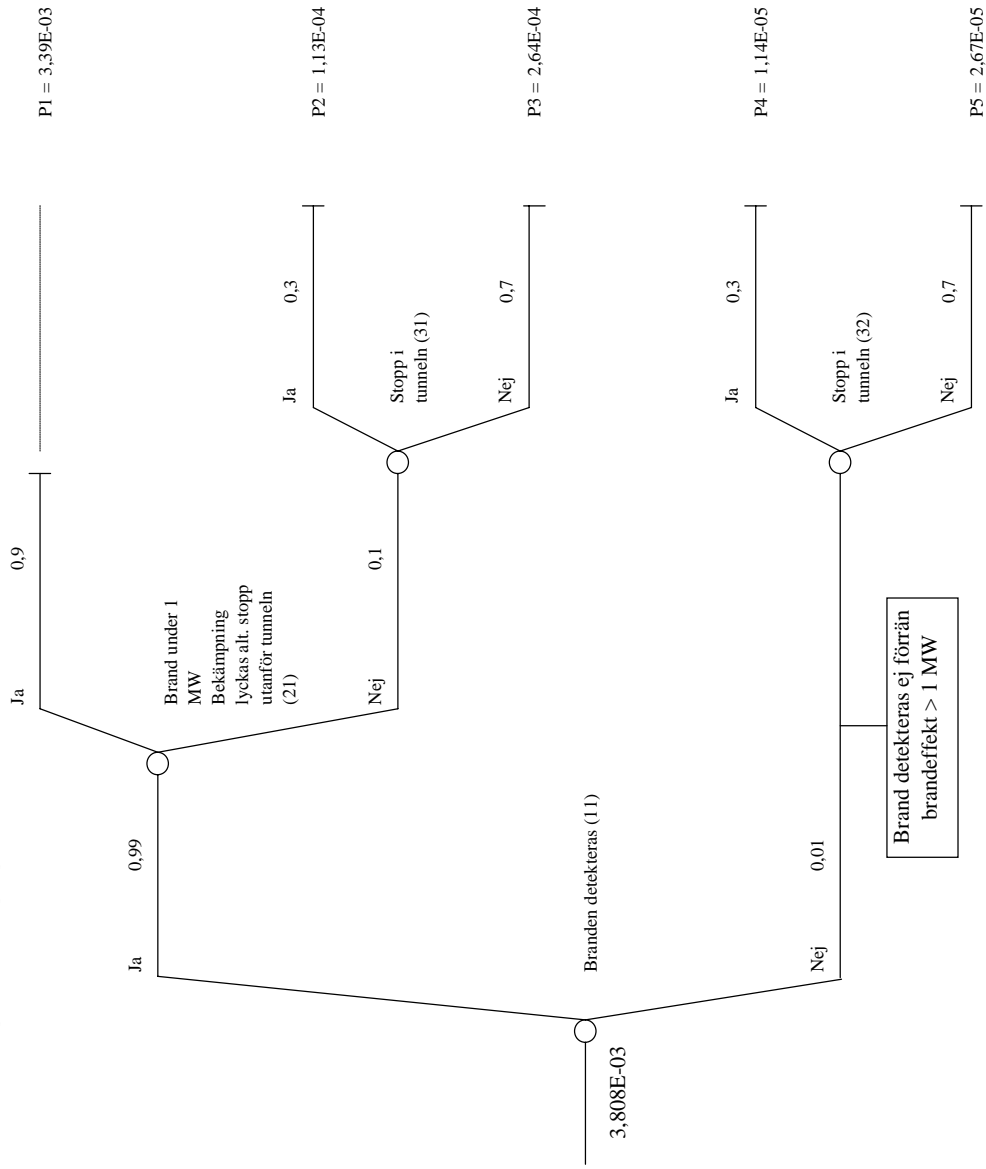
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,662E-03
- K3: Enstaka döda = P2 1,191E-04
- K4: Flera döda = P3 2,101E-05

Brand i sittvagn/restaurangvagn (B1_enkel)

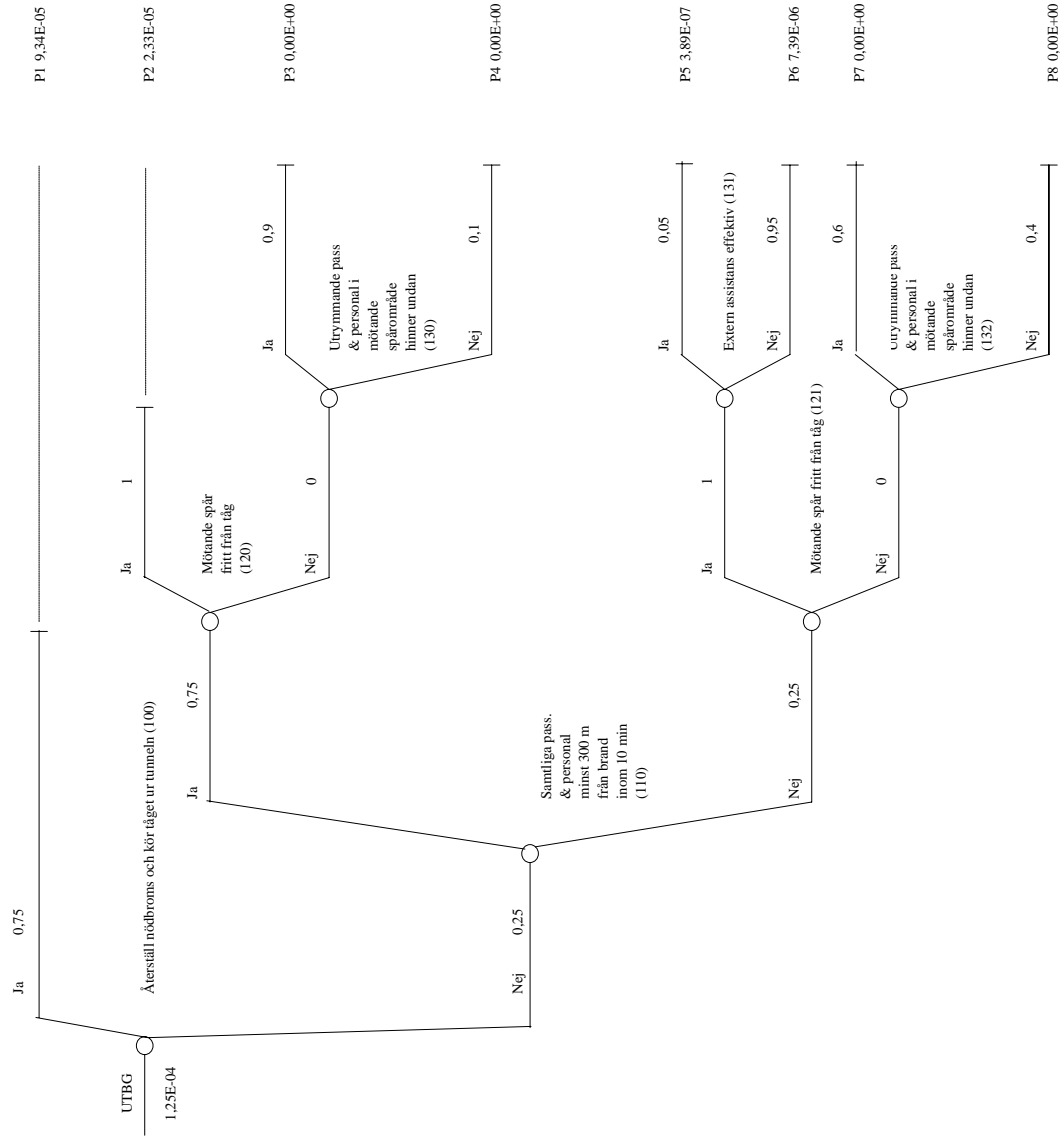


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 2,91E-04

UTBG = P2+P4 = 1,25E-04

Brand i sittvagn/restaurangvagn (B1_enkel)



P1 9,34E-05

Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 + P2 1,17E-04
- K3: Enstaka döda = P5 3,89E-07
- K4: Flera döda = P3+P6+P7 7,39E-06
- K5: Många döda = P4+P8 0,00E+00

P2 2,33E-05

P3 0,00E+00

P4 0,00E+00

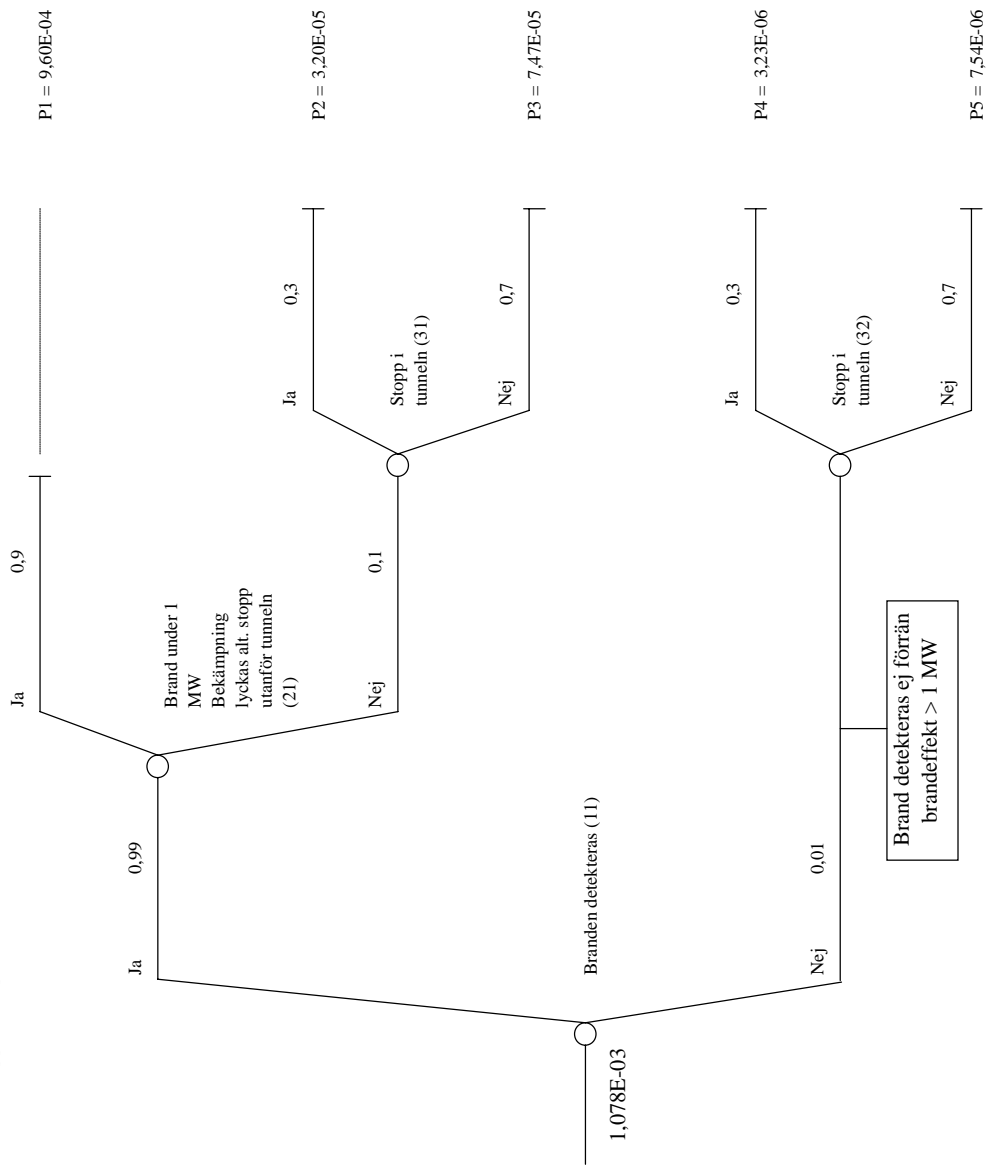
P5 3,89E-07

P6 7,39E-06

P7 0,00E+00

P8 0,00E+00

Brand i ligg/sovvagn (B2_enkel)

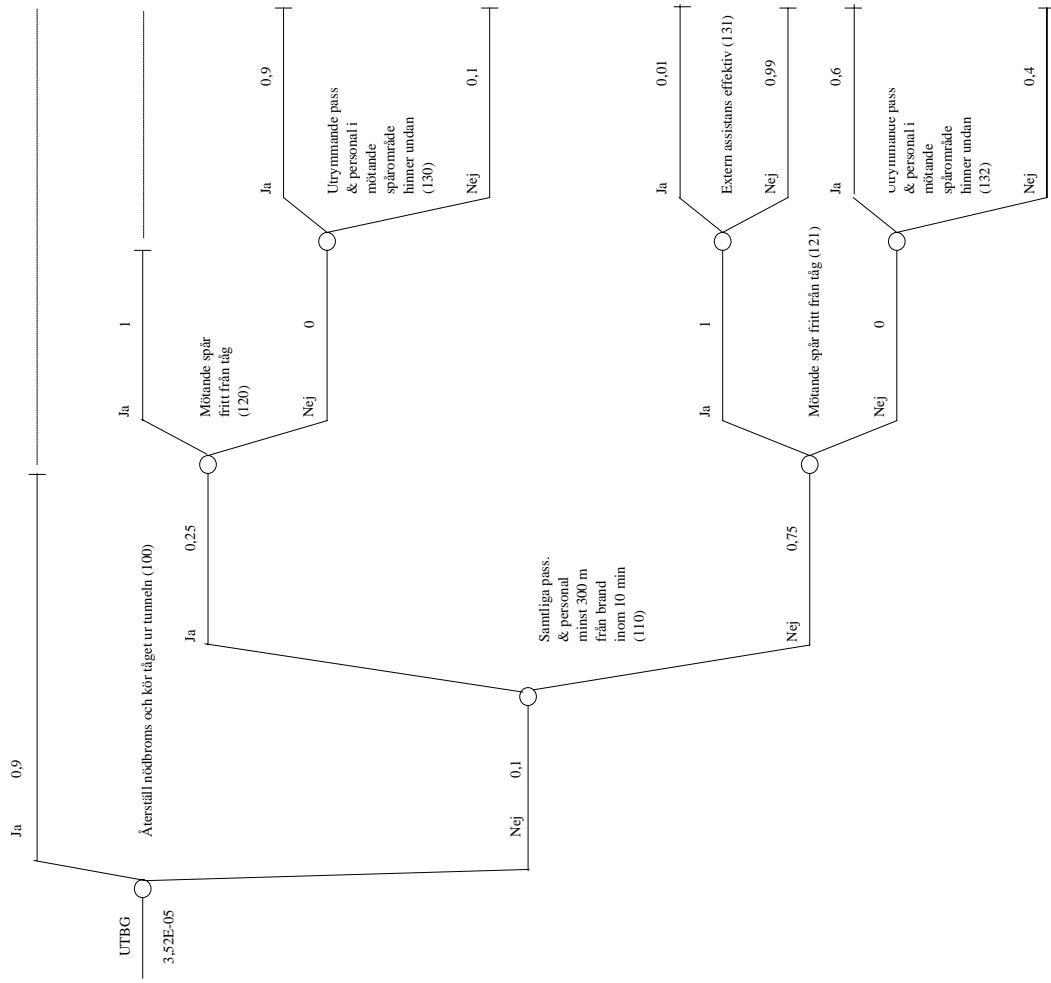


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 8,22E-05

UTBG = P2+P4 = 3,52E-05

Brand i ligg/sovvagn (B2_enket)



P1 3,17E-05

Konsekvenser
 K2: Skadade människor = P1 + P2
 K4: Flera döda = P3+P5+P7
 K5: Många döda = P4+P6+P8

3,26E-05
 2,64E-08
 2,62E-06

P2 8,81E-07

P3 0,00E+00

P4 0,00E+00

P5 2,64E-08

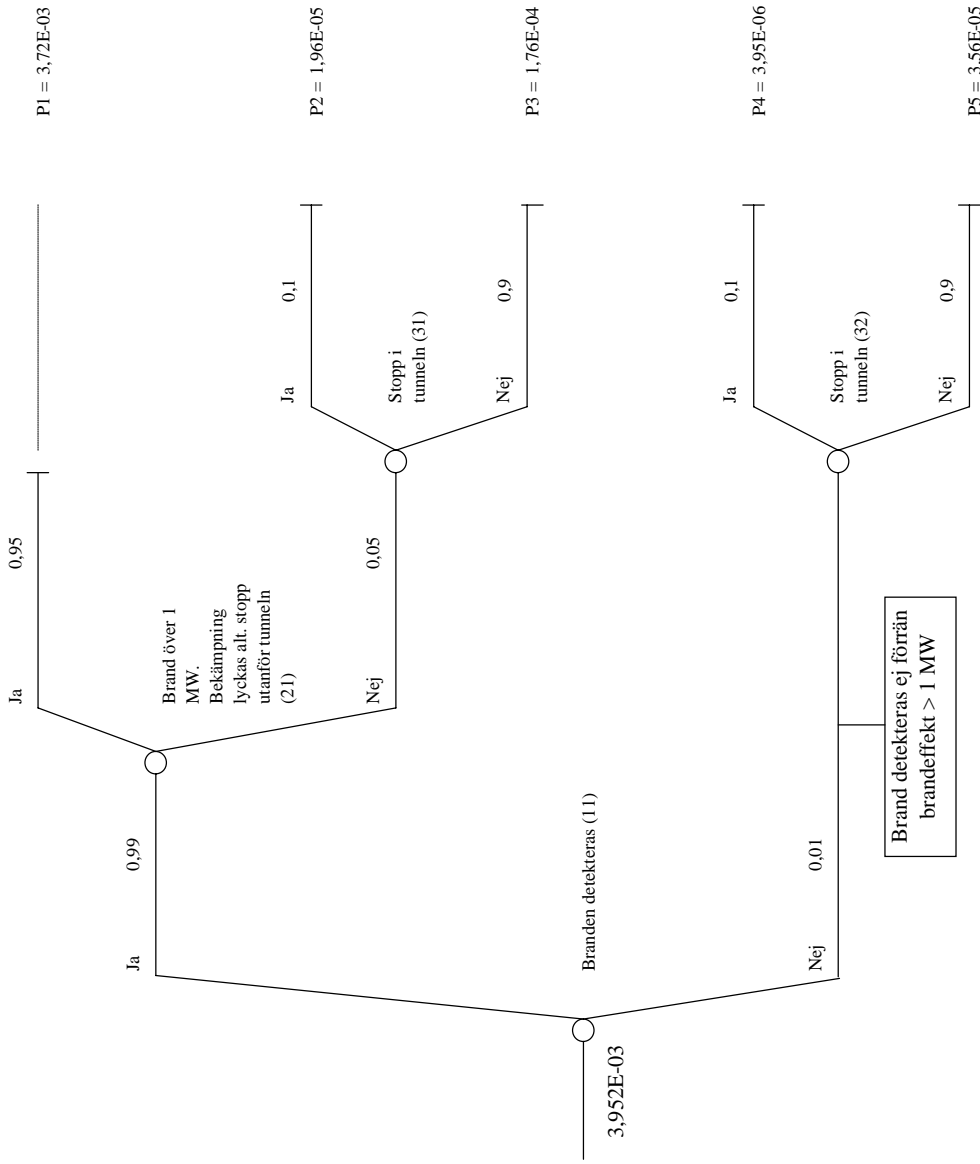
P6 2,62E-06

P7 0,00E+00

P8 0,00E+00

UTBG
 3,52E-05

Brand i lok (B3_enkel)

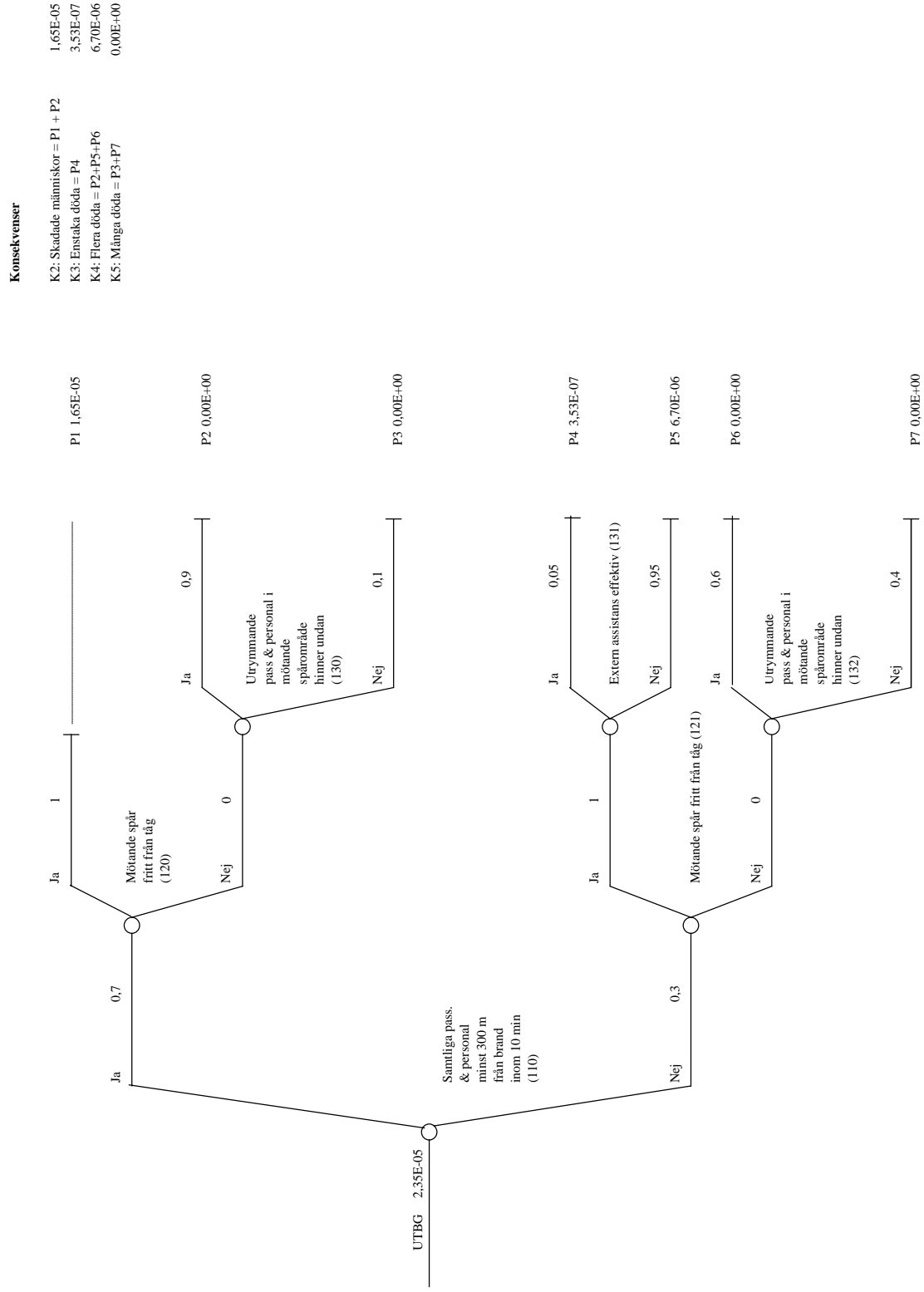


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 2,12E-04

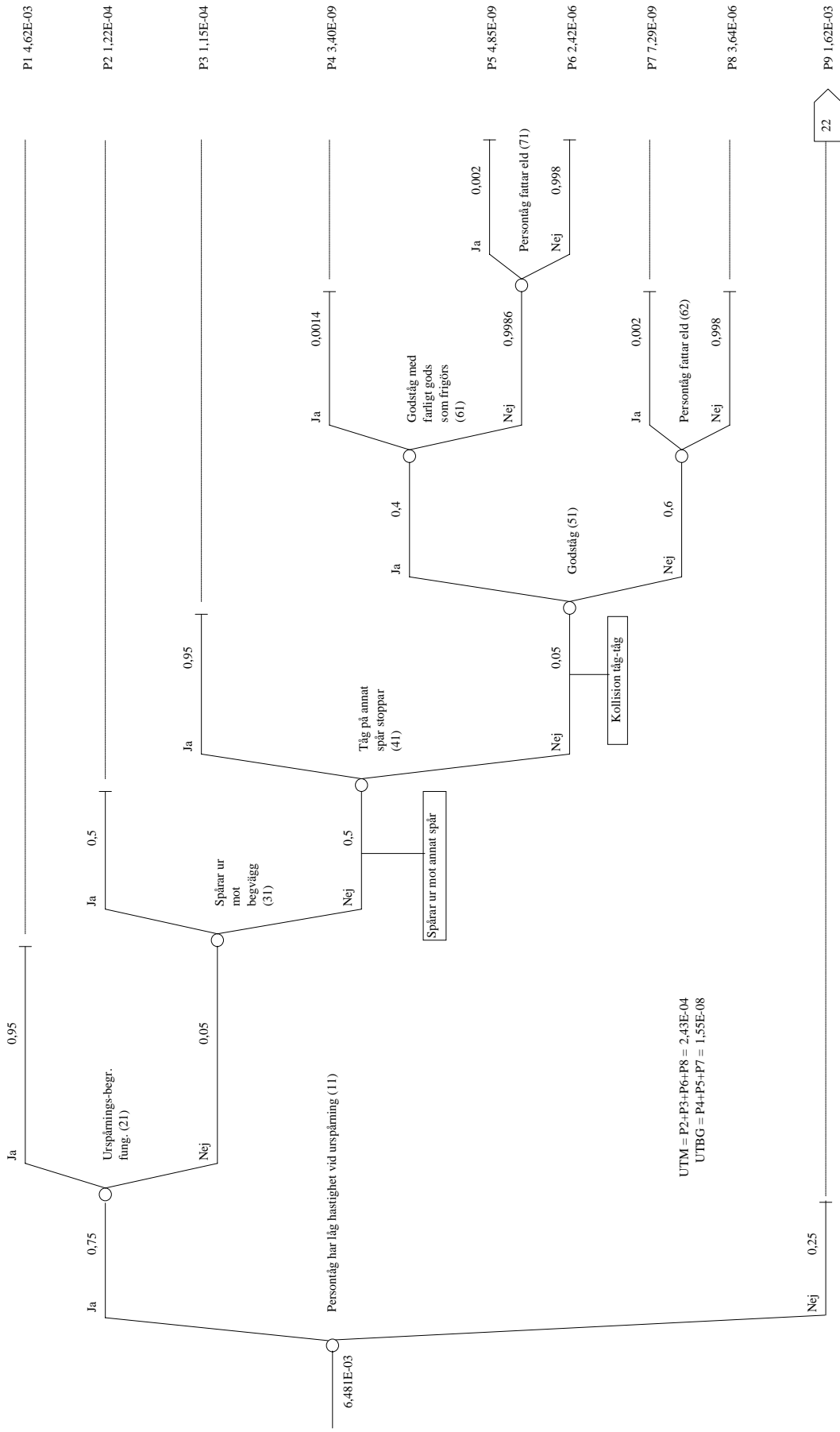
UTBG = P2+P4 = 2,35E-05

Brand i lok (B3_enkel)

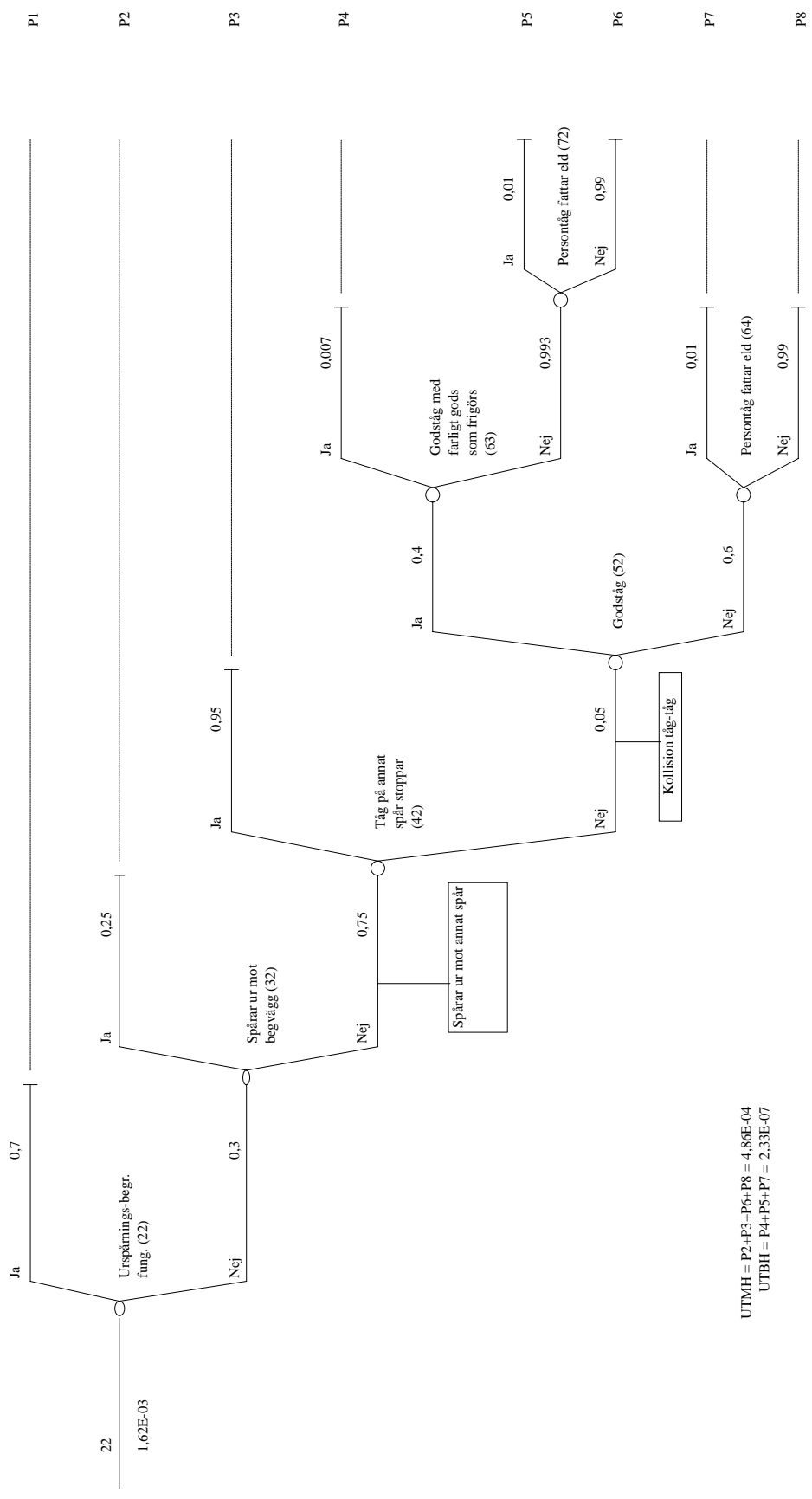


HÄNDELSETRÄD
SMTÖ DUBBELSPÅRSTUNNEL

Persontåg spårar ur (U1_dubbel)

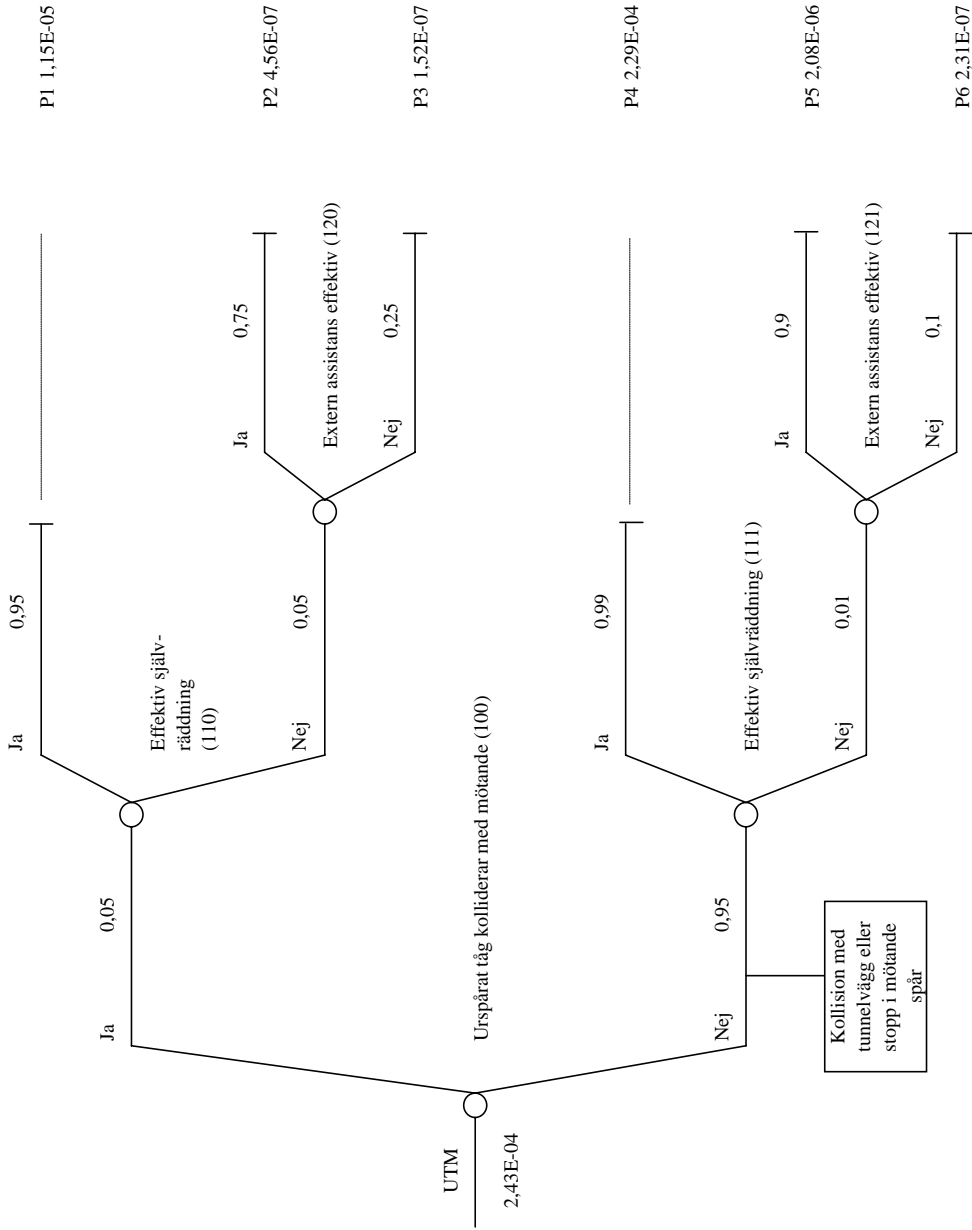


Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



UTMH = P2+P3+P6+P8 = 4,86E-04
 UTBH = P4+P5+P7 = 2,33E-07

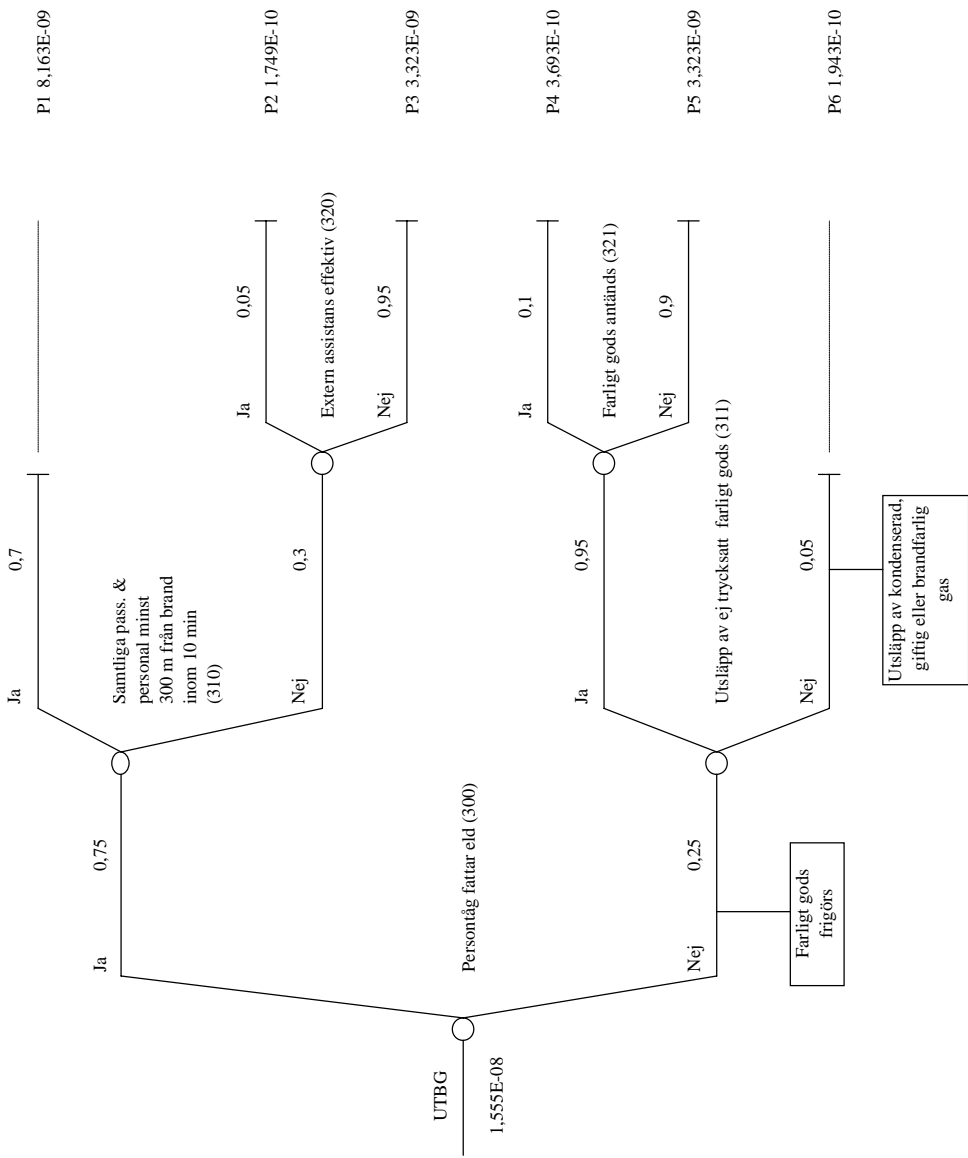
Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 2,42189E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 6,86553E-07
- K4: Flera döda = P3 1,51892E-07

Persontåg spårar ur (U1_dubbel)

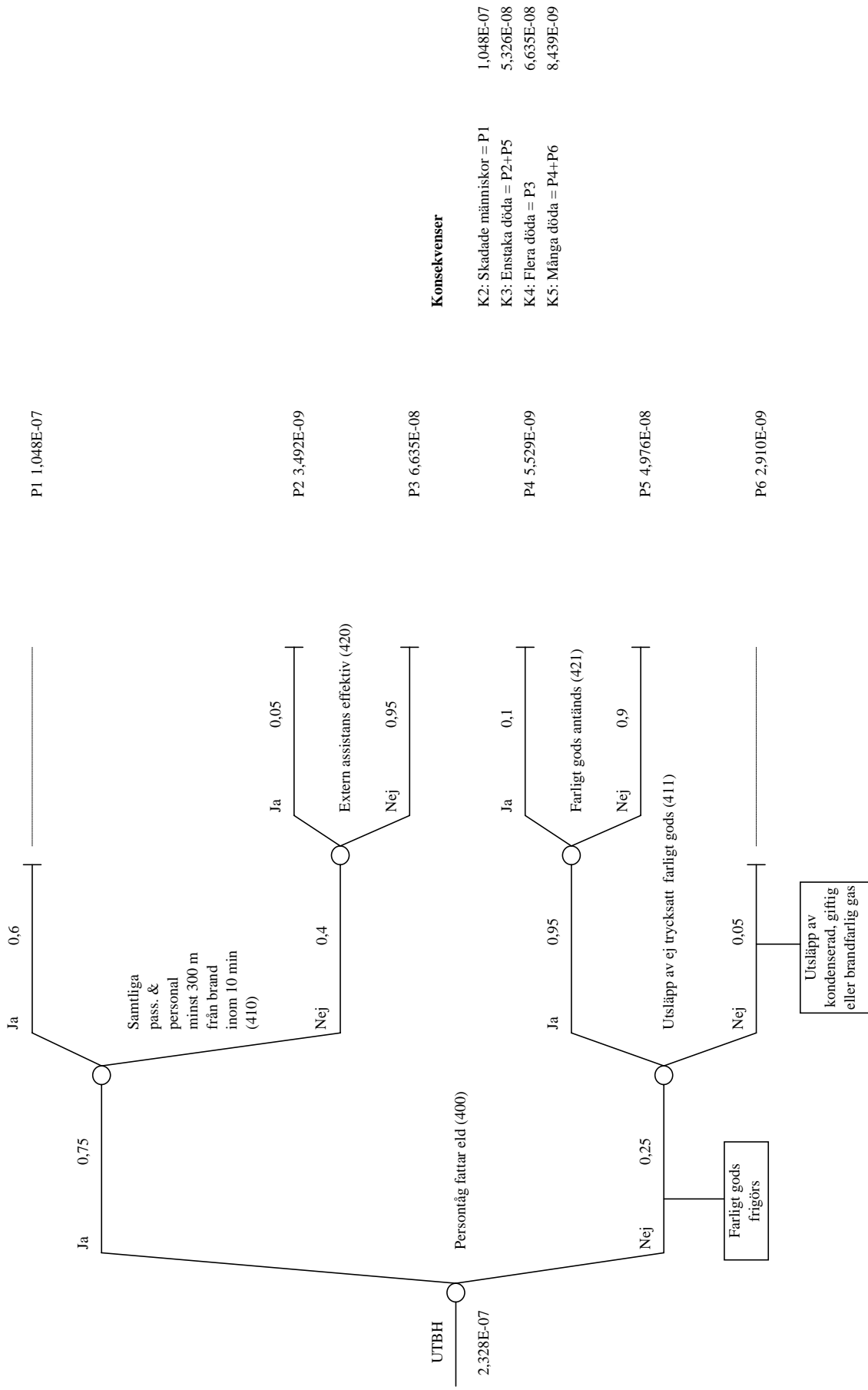


Konsekvenser

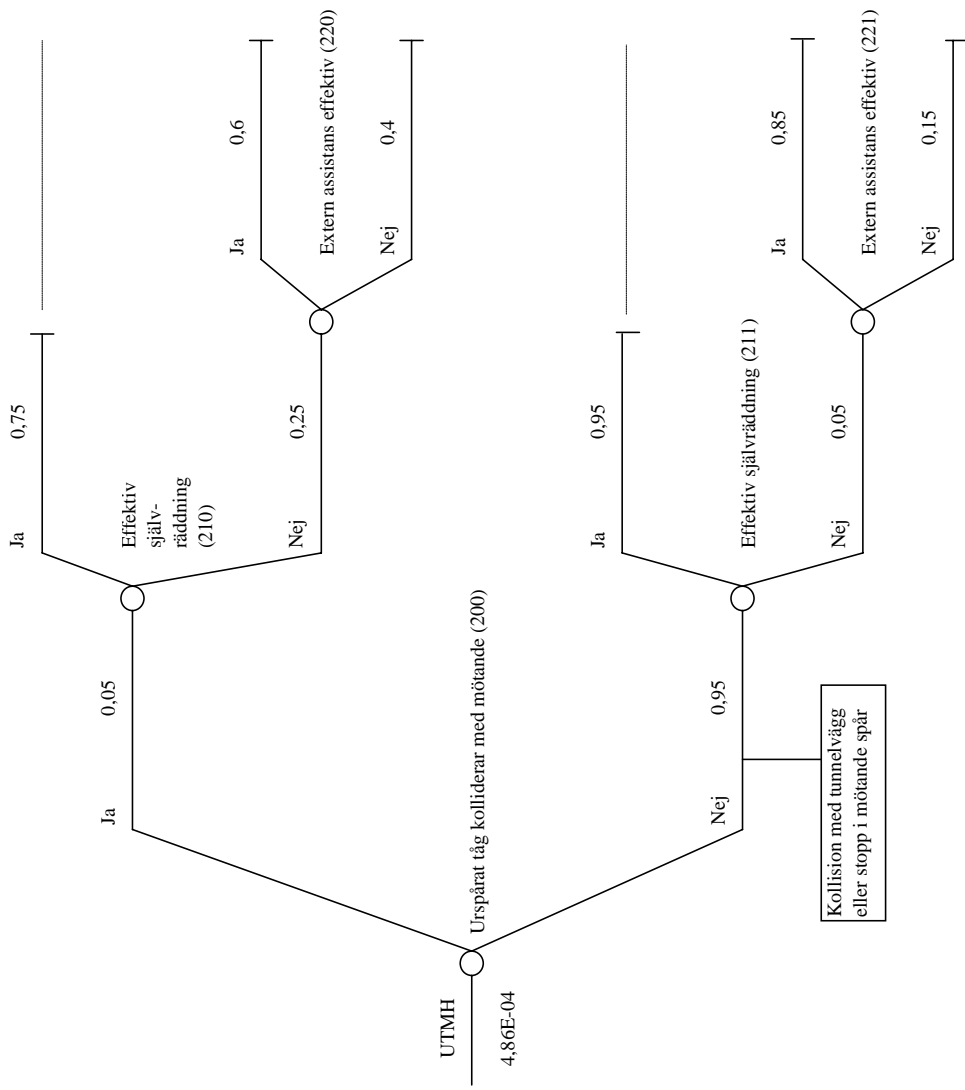
- K2: Skadade människor = P1
- K3: Enstaka döda = P2+P5
- K4: Flera döda = P3
- K5: Många döda = P4+P6

- 8,163E-09
- 3,498E-09
- 3,323E-09
- 5,636E-10

Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



Persontåg spårar ur (UI_dubbel)



P1 1,82E-05

P2 3,64E-06

P3 2,43E-06

P4 4,38E-04

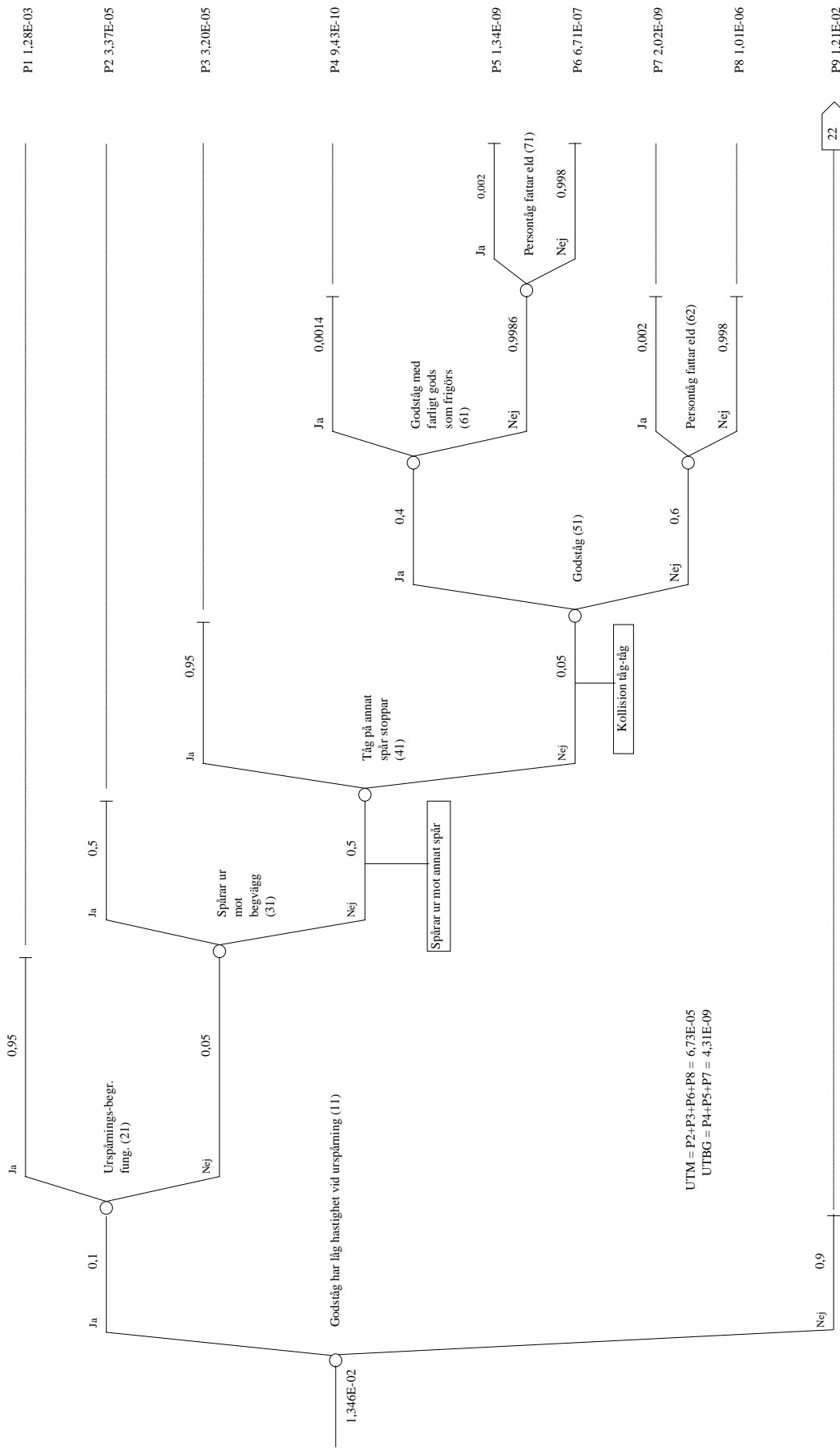
P5 1,96E-05

P6 3,46E-06

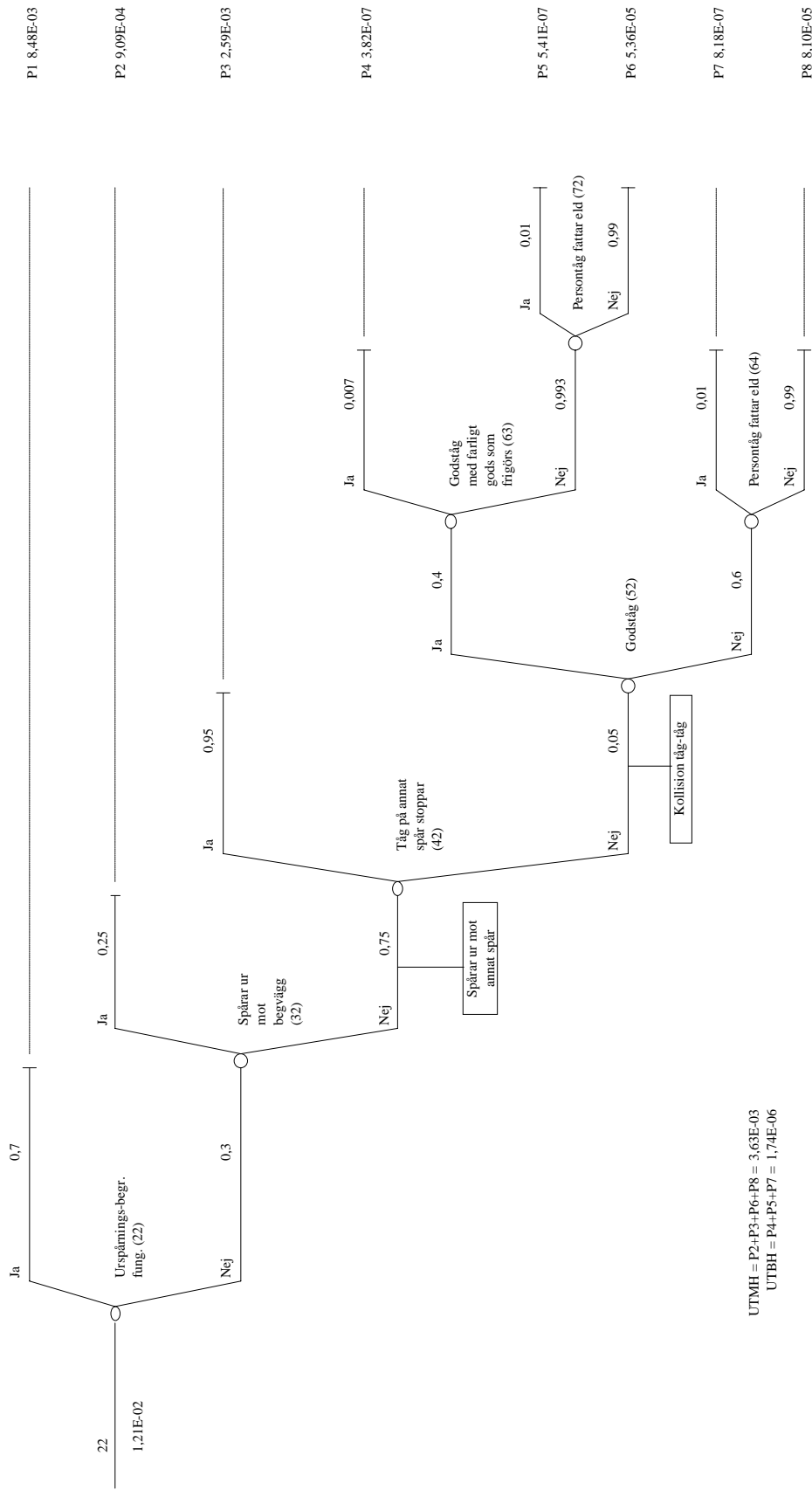
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 4,76319E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 7,10561E-06
- K4: Flera döda = P3 2,42927E-06

Godståg spärrar ur (U2_dubbel)



Godståg spårar ur (U2_dubbel)



UTMH = P2+P3+P6+P8 = 3,63E-03
 UTBH = P4+P5+P7 = 1,74E-06

P1 8,48E-03

P2 9,09E-04

P3 2,59E-03

P4 3,82E-07

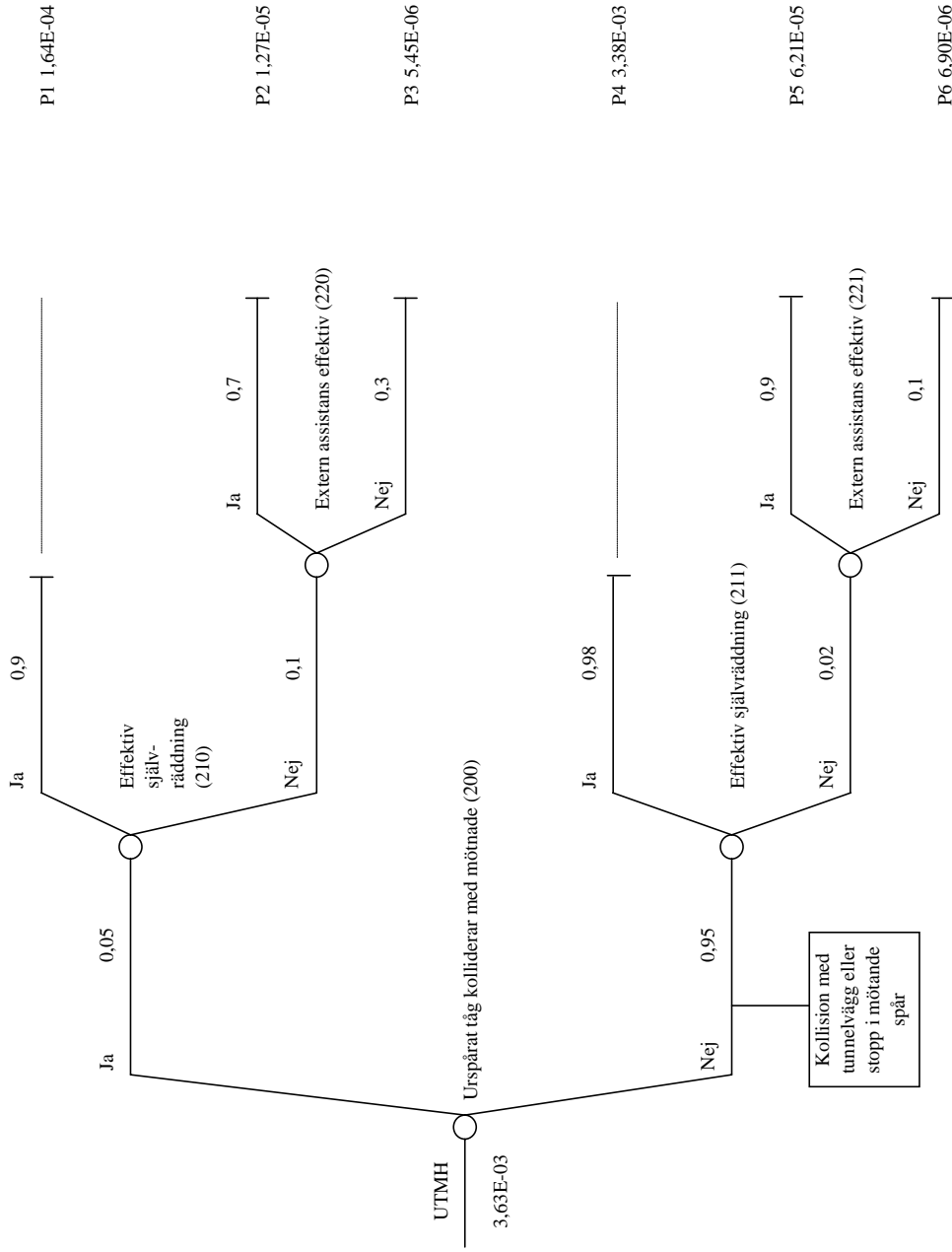
P5 5,41E-07

P6 5,36E-05

P7 8,18E-07

P8 8,10E-05

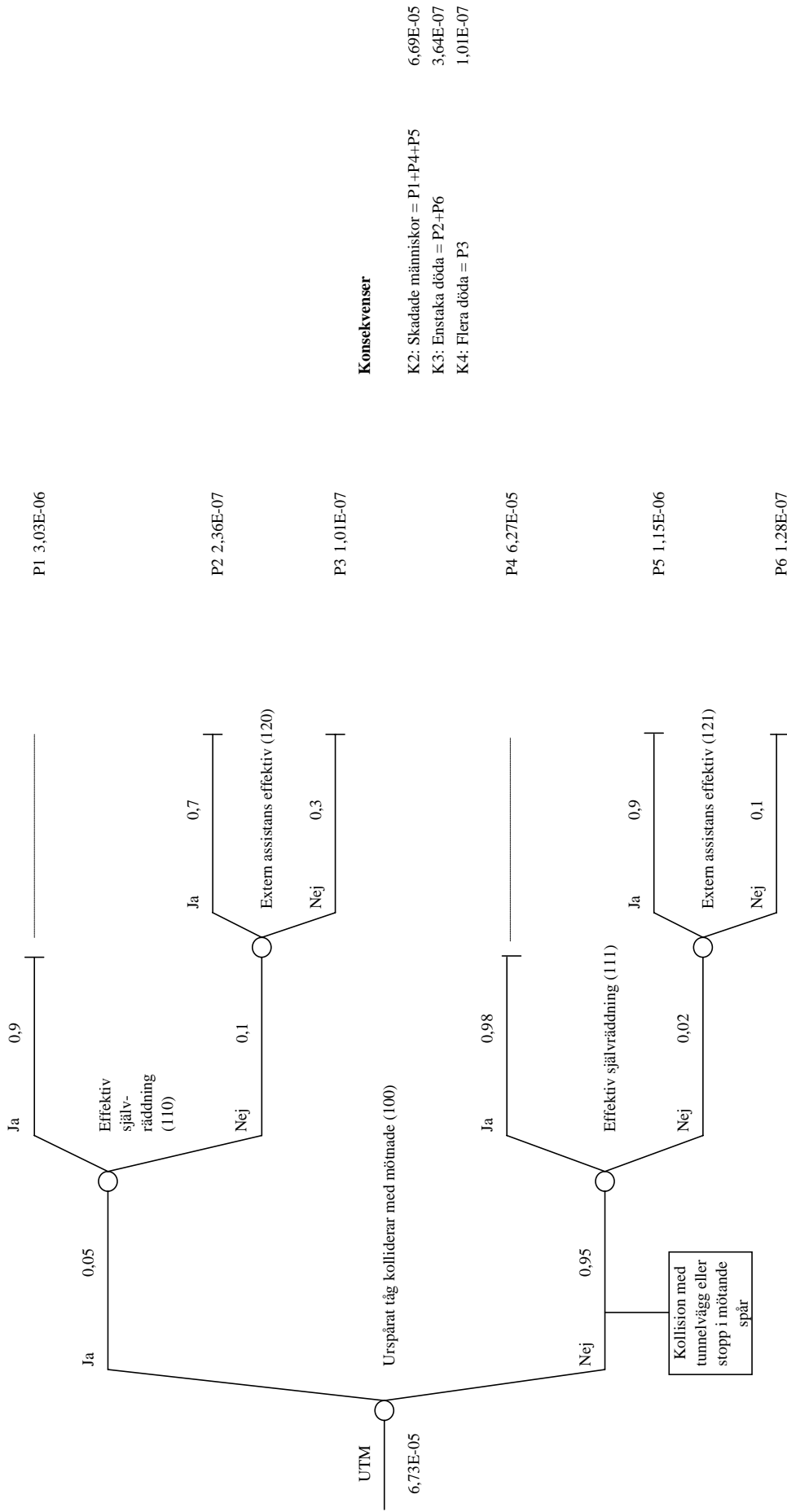
Godståg spårar ur (U2_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 3,61E-03
- K3: Enstaka döda = P2+P6 1,96E-05
- K4: Flera döda = P3 5,45E-06

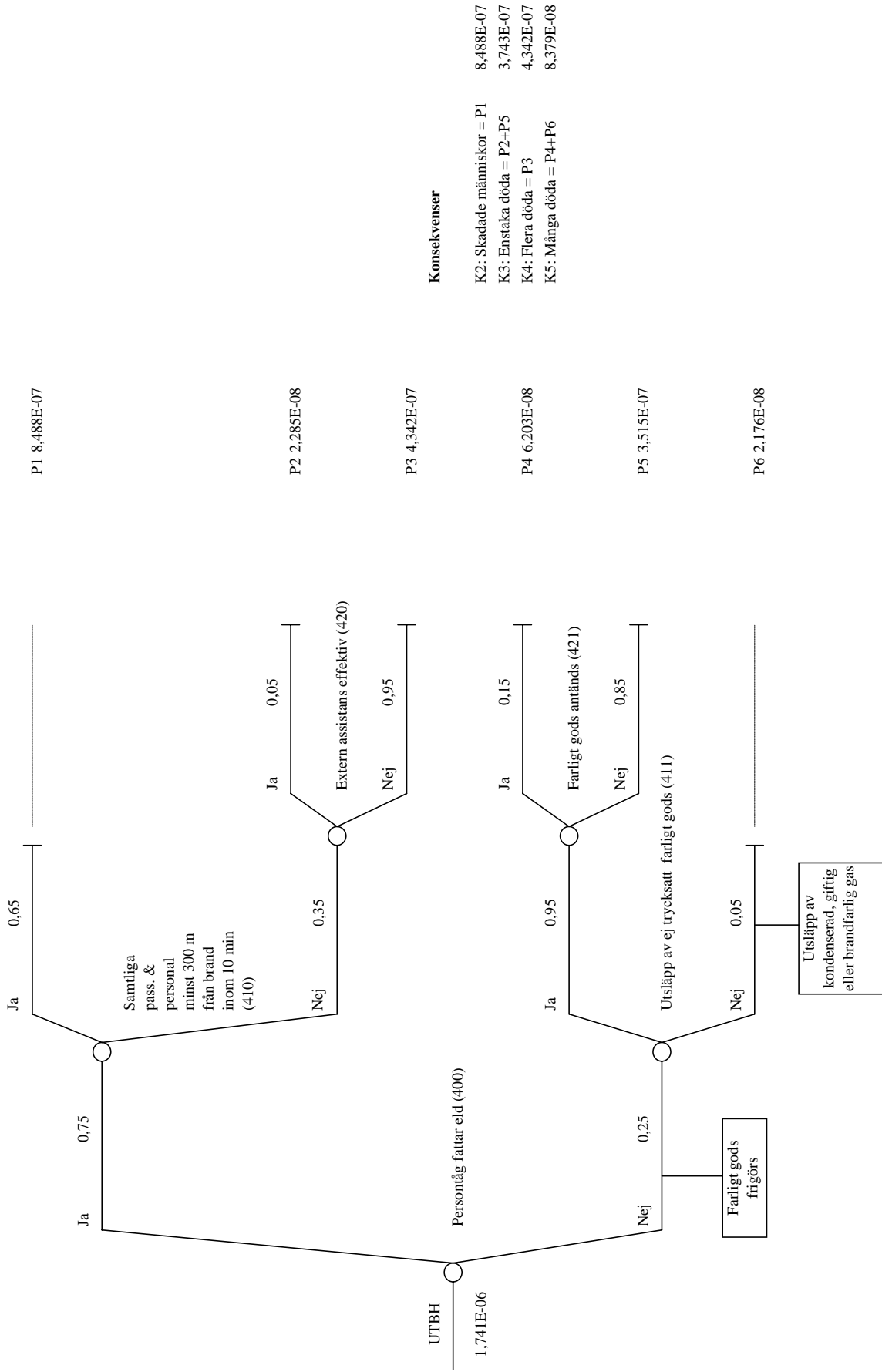
Godståg spårar ur (U2_dubbel)



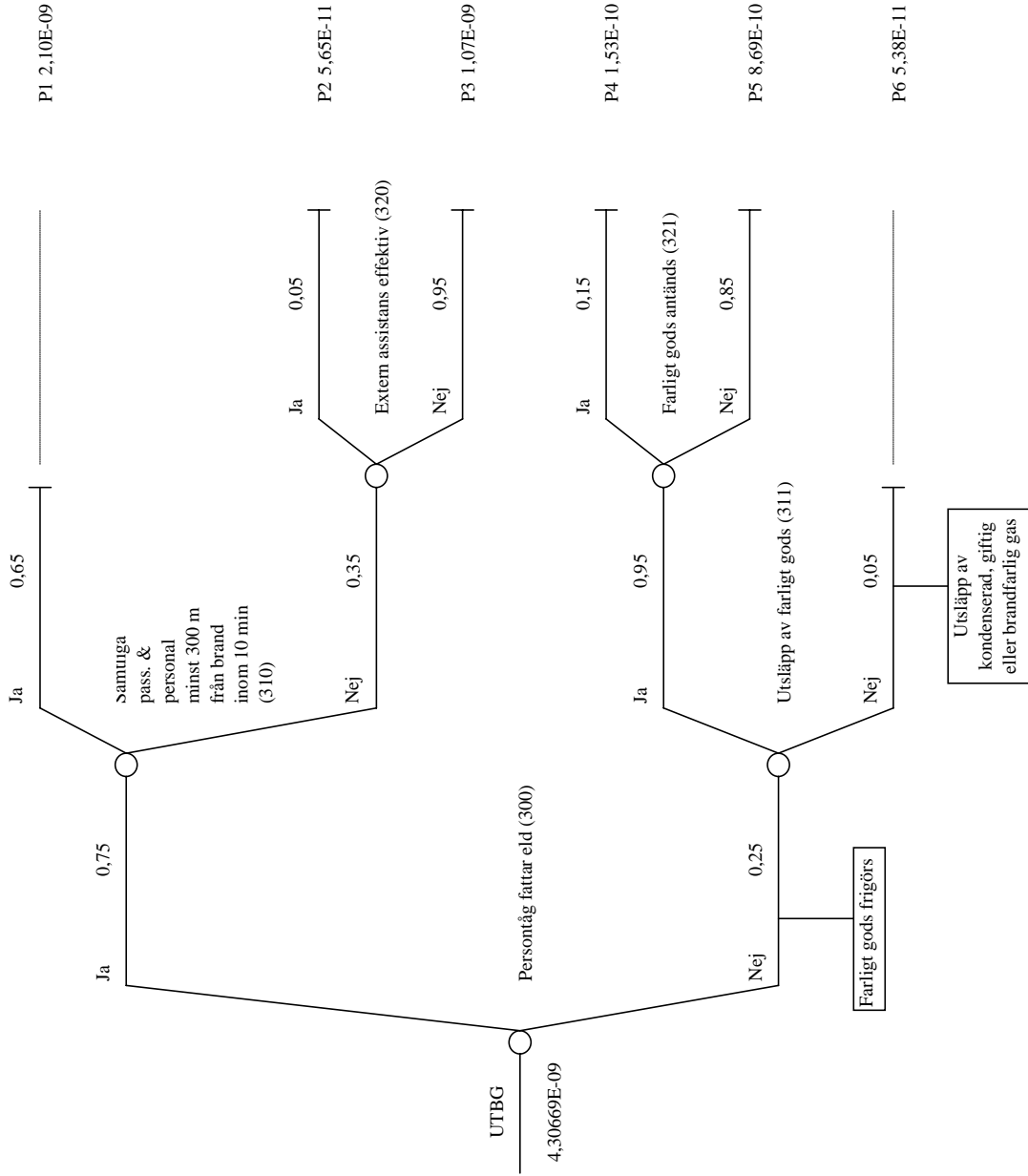
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 6,69E-05
- K3: Enstaka döda = P2+P6 3,64E-07
- K4: Flera döda = P3 1,01E-07

Godståg spårar ur (U2_dubbel)



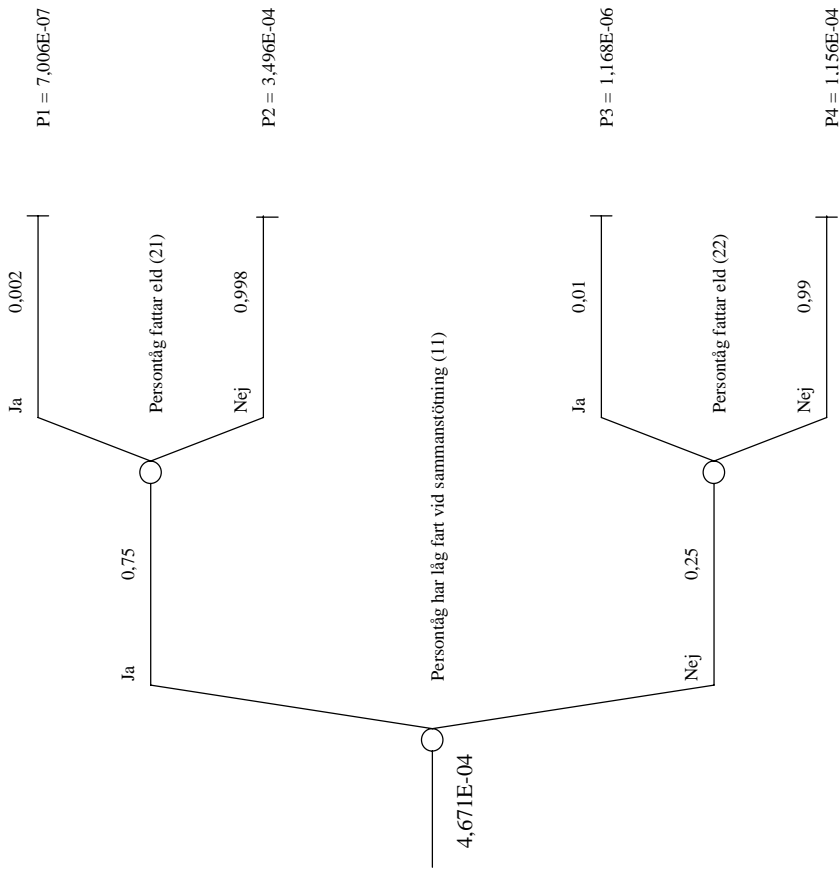
Godståg spårar ur (U2_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1
- K3: Enstaka döda = P2+P5
- K4: Flera döda = P3
- K5: Många döda = P4+P6

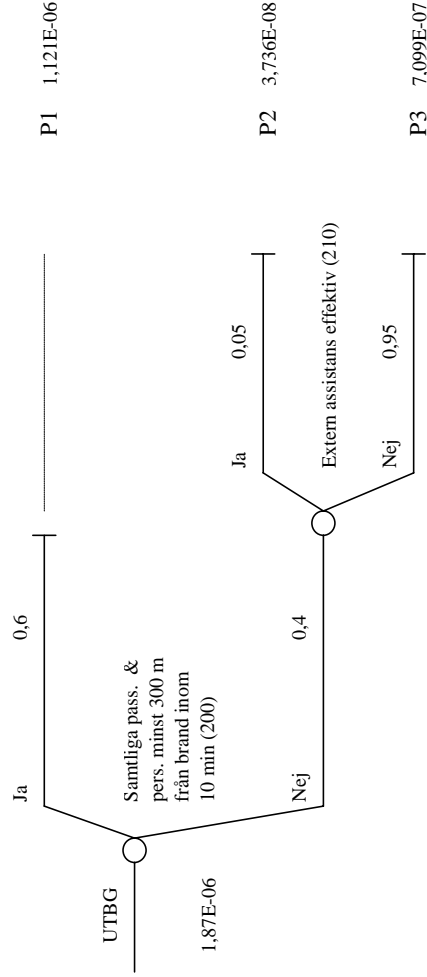
Sammanstötning Persontåg - godståg (SI_dubbel)



$$UTBG = P1+P3 \quad 1,868E-06$$

$$UTM = P2+P4 \quad 4,652E-04$$

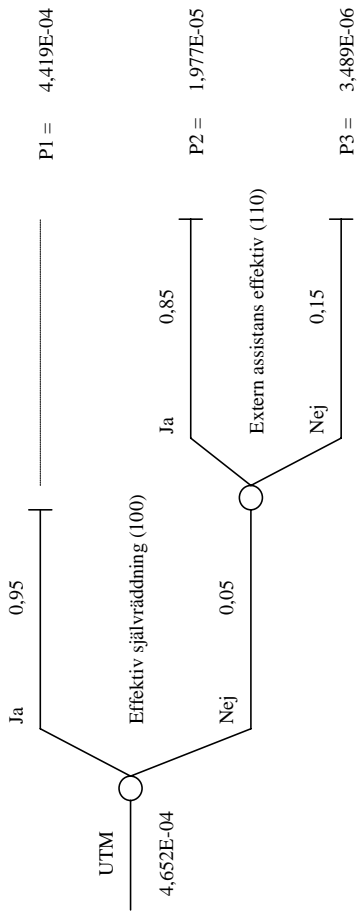
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

K2: Skadade människor = P1 1,121E-06
 K4: Flera döda = P2 3,736E-08
 K5: Många döda = P3 7,099E-07

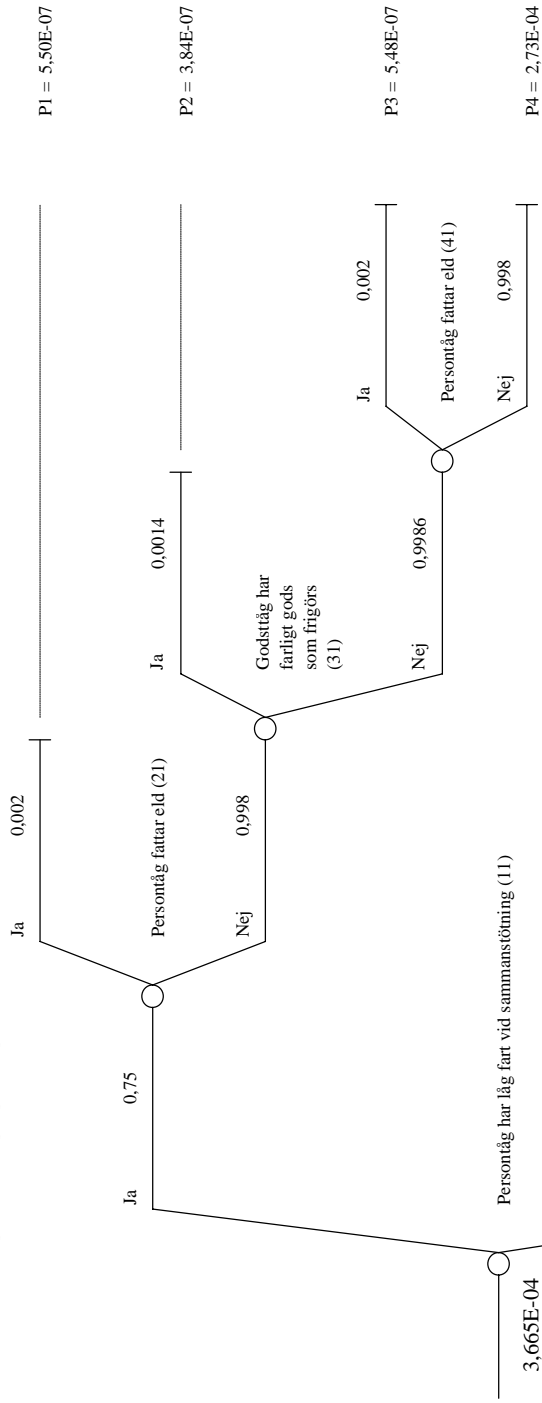
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 4,419E-04
- K3: Enstaka döda = P2 1,977E-05
- K4: Flera döda = P3 3,489E-06

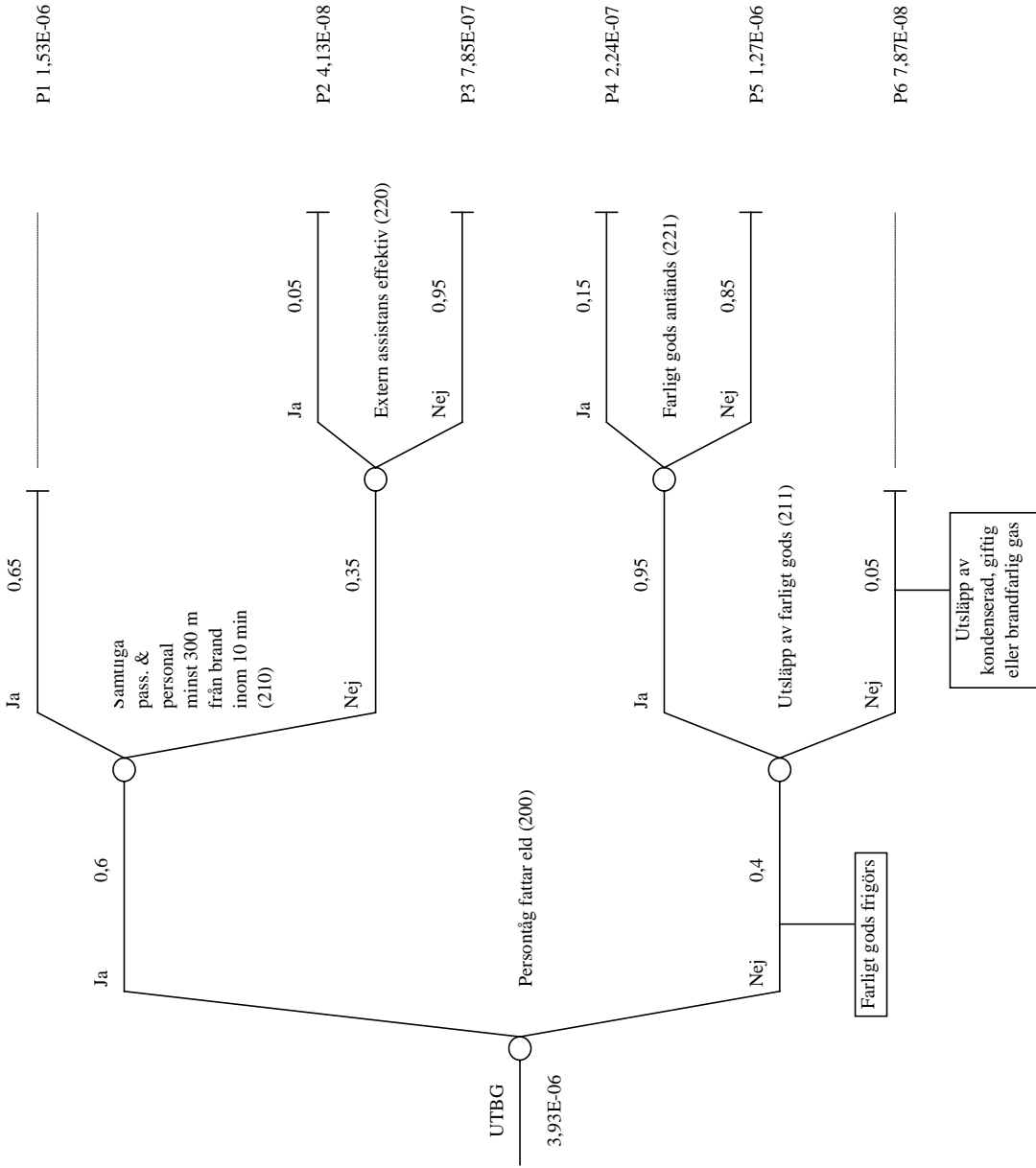
Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



$$UTBG = P1+P2+P3+P5+P6+P7 = 3,93E-06$$

$$UTM = P4+P8 = 3,63E-04$$

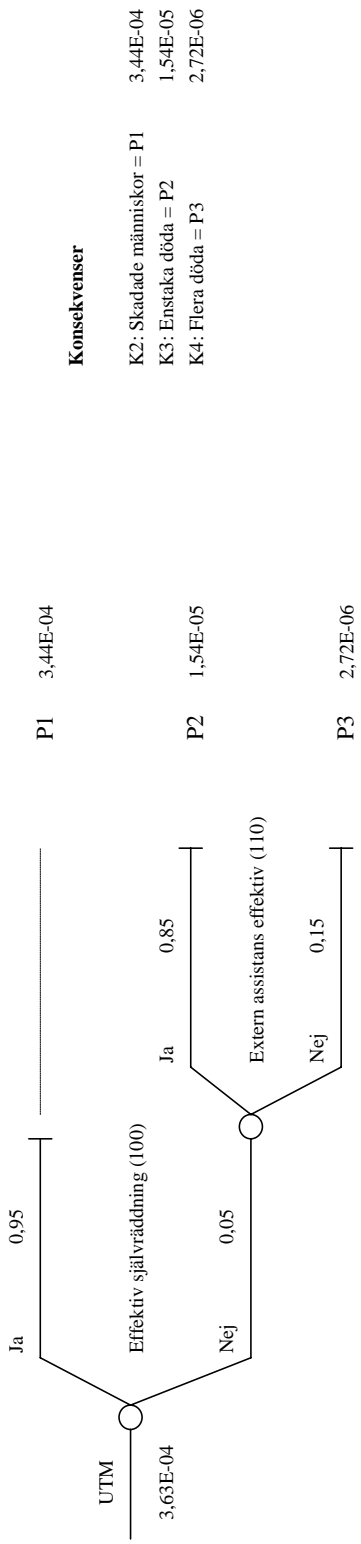
Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



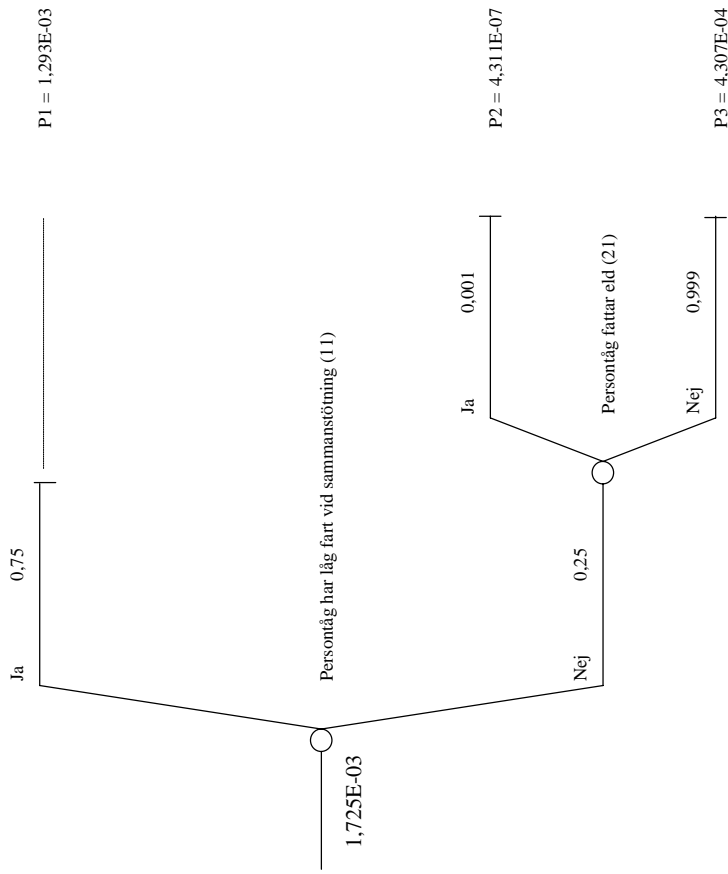
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,53E-06
- K3: Enstaka döda = P2+P5 1,31E-06
- K4: Flera döda = P3 7,85E-07
- K5: Många döda = P4+P6 3,03E-07

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



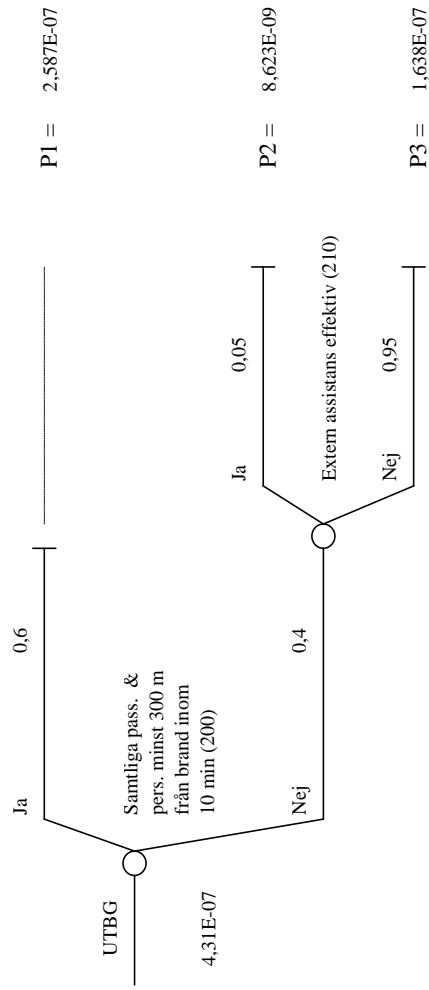
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



$$UTBG = P2 + 4,311E-07$$

$$UTM = P1 + P3 + 1,724E-03$$

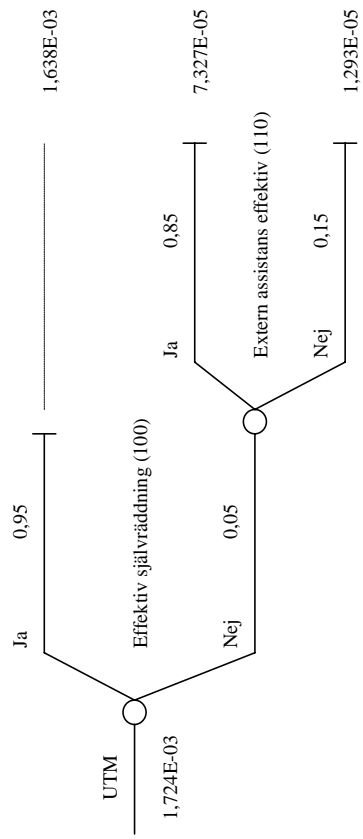
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,587E-07
- K4: Flera döda = P2 8,623E-09
- K5: Många döda = P3 1,638E-07

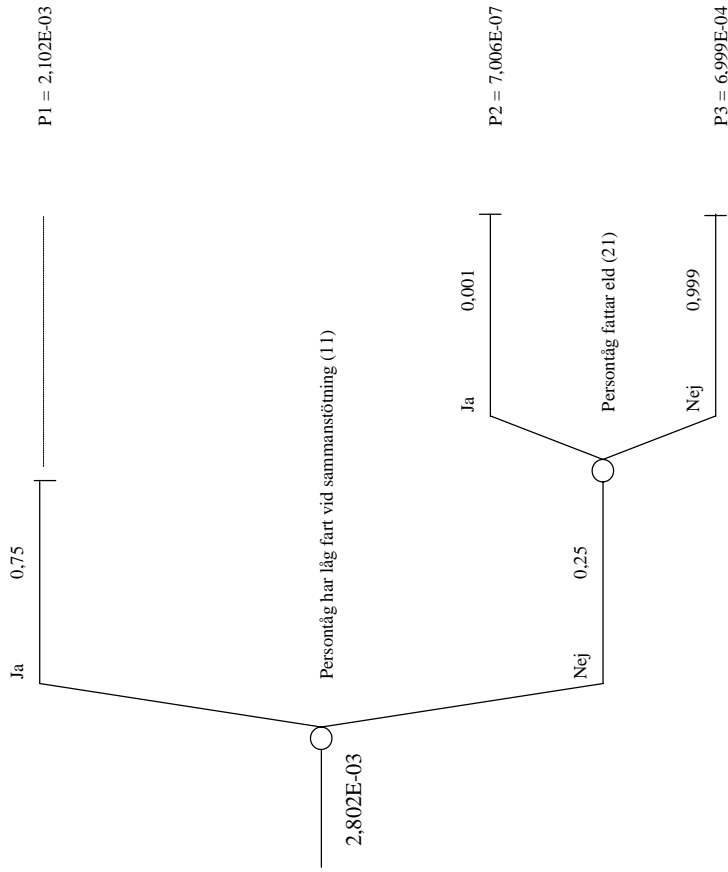
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,638E-03
- K3: Enstaka döda = P2 7,327E-05
- K4: Flera döda = P3 1,293E-05

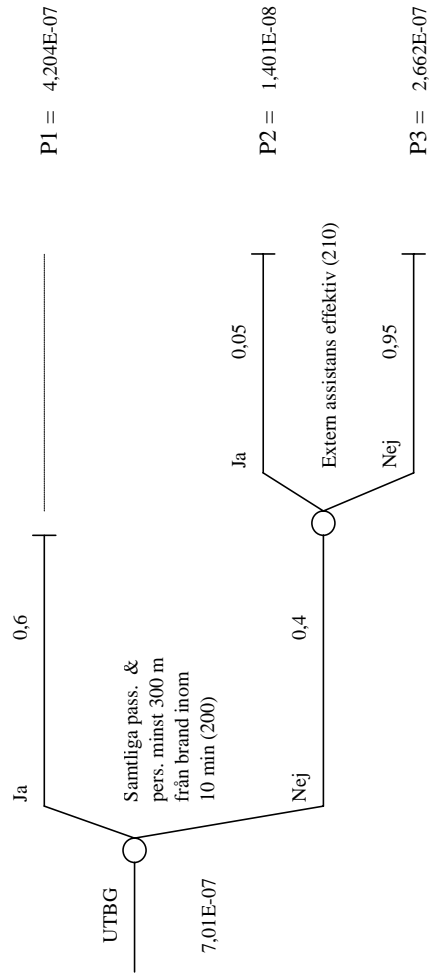
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



$$UTBG = P2 \cdot 7,006E-07$$

$$UTIM = P1 + P3 + 2,802E-03$$

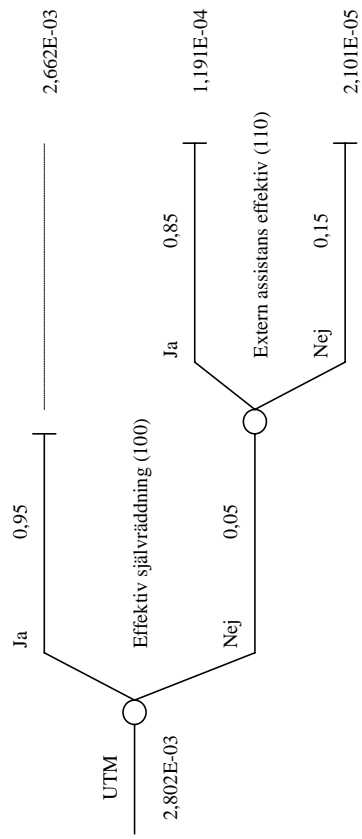
Sammanställning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 4,204E-07
- K4: Flera döda = P2 1,401E-08
- K5: Många döda = P3 2,662E-07

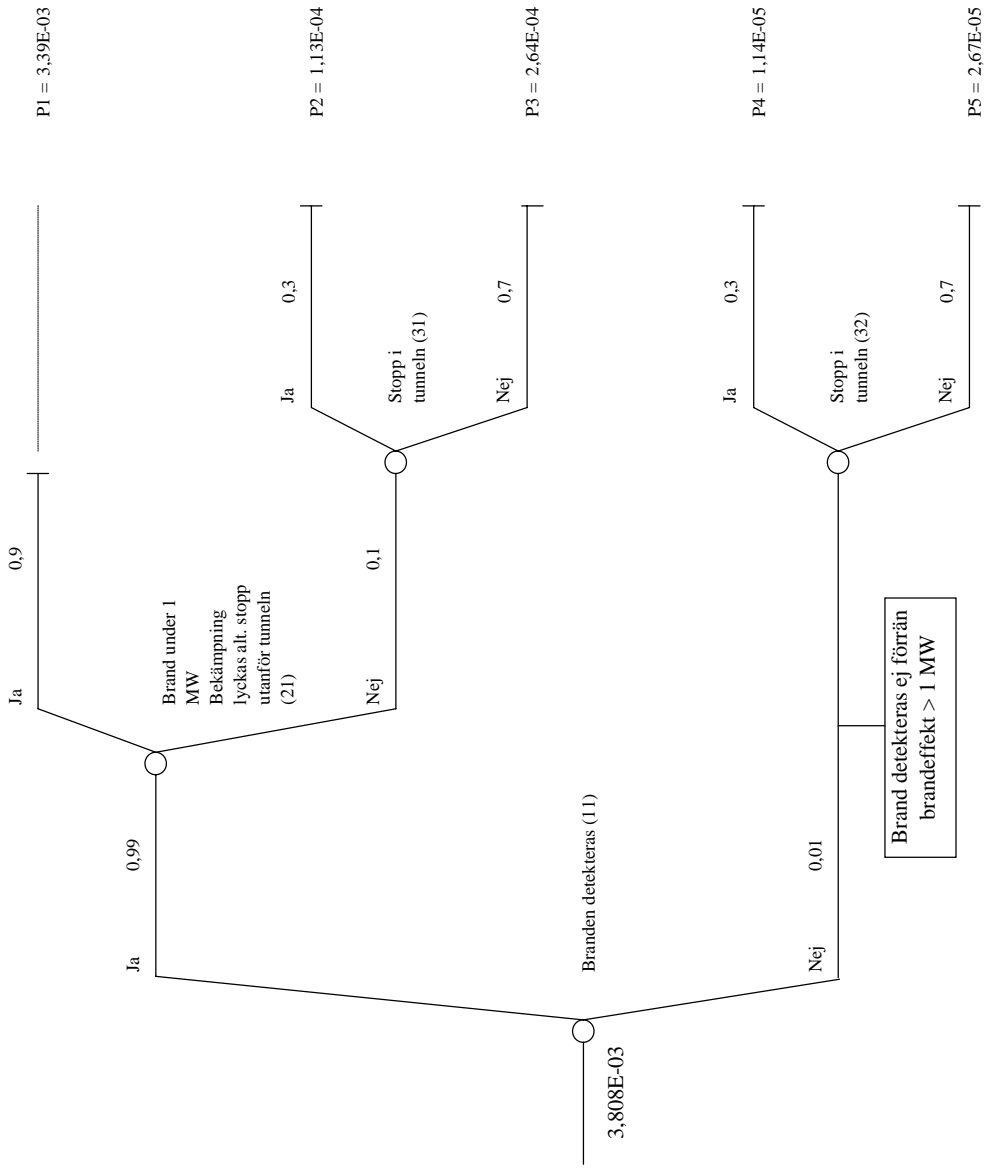
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,662E-03
- K3: Enstaka döda = P2 1,191E-04
- K4: Flera döda = P3 2,101E-05

Brand i sittvagn/restaurangvagn (BI_dubbel)

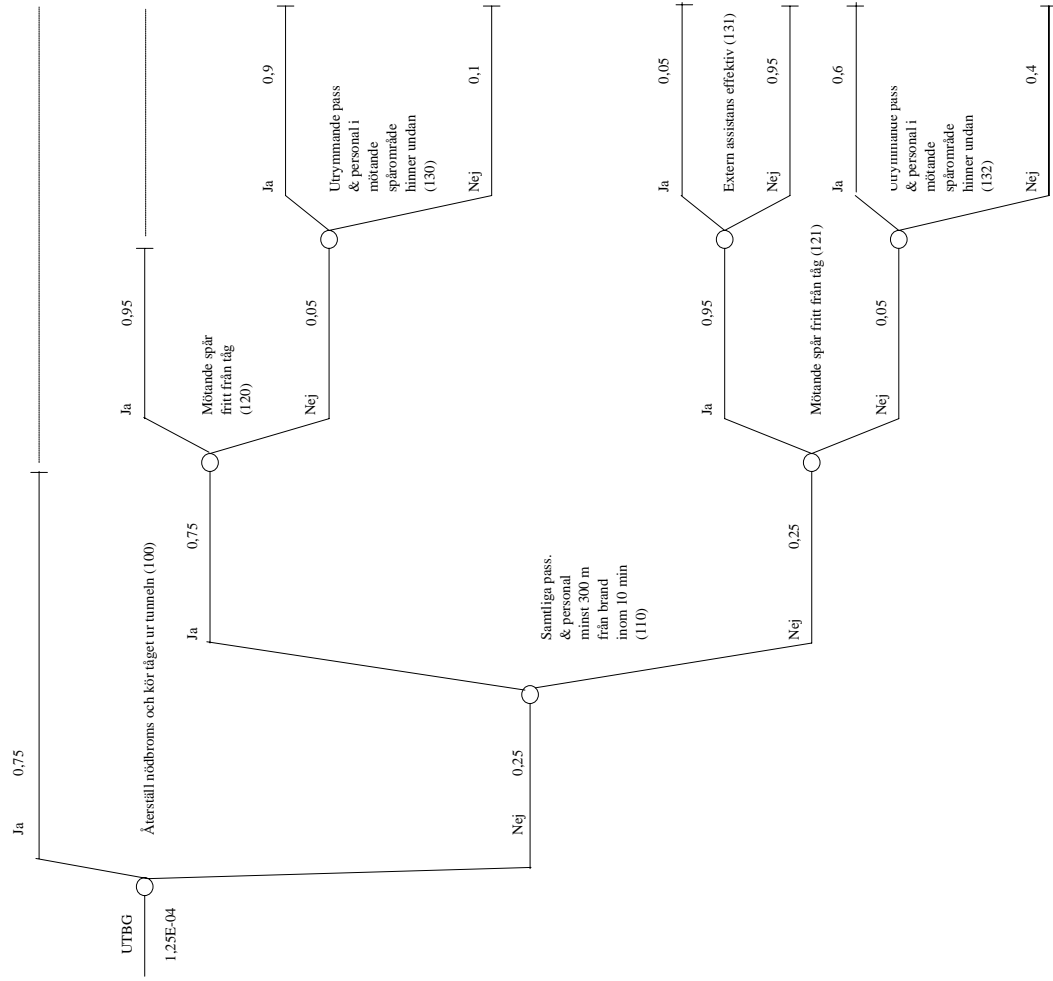


Konsekvenser

K2: Skadade människor = $P3 + P5 = 2,91E-04$

UTBG = $P2+P4 = 1,25E-04$

Brand i sittvagn/restaurangvagn (B1_dubbel)



P1 9,34E-05

Konsekvenser
 K2: Skadade människor = P1 + P2
 K3: Enstaka döda = P5
 K4: Flera döda = P3+P6+P7
 K5: Många döda = P4+P8

1,16E-04
 3,70E-07
 8,31E-06
 2,72E-07

P2 2,22E-05

P3 1,05E-06

P4 1,17E-07

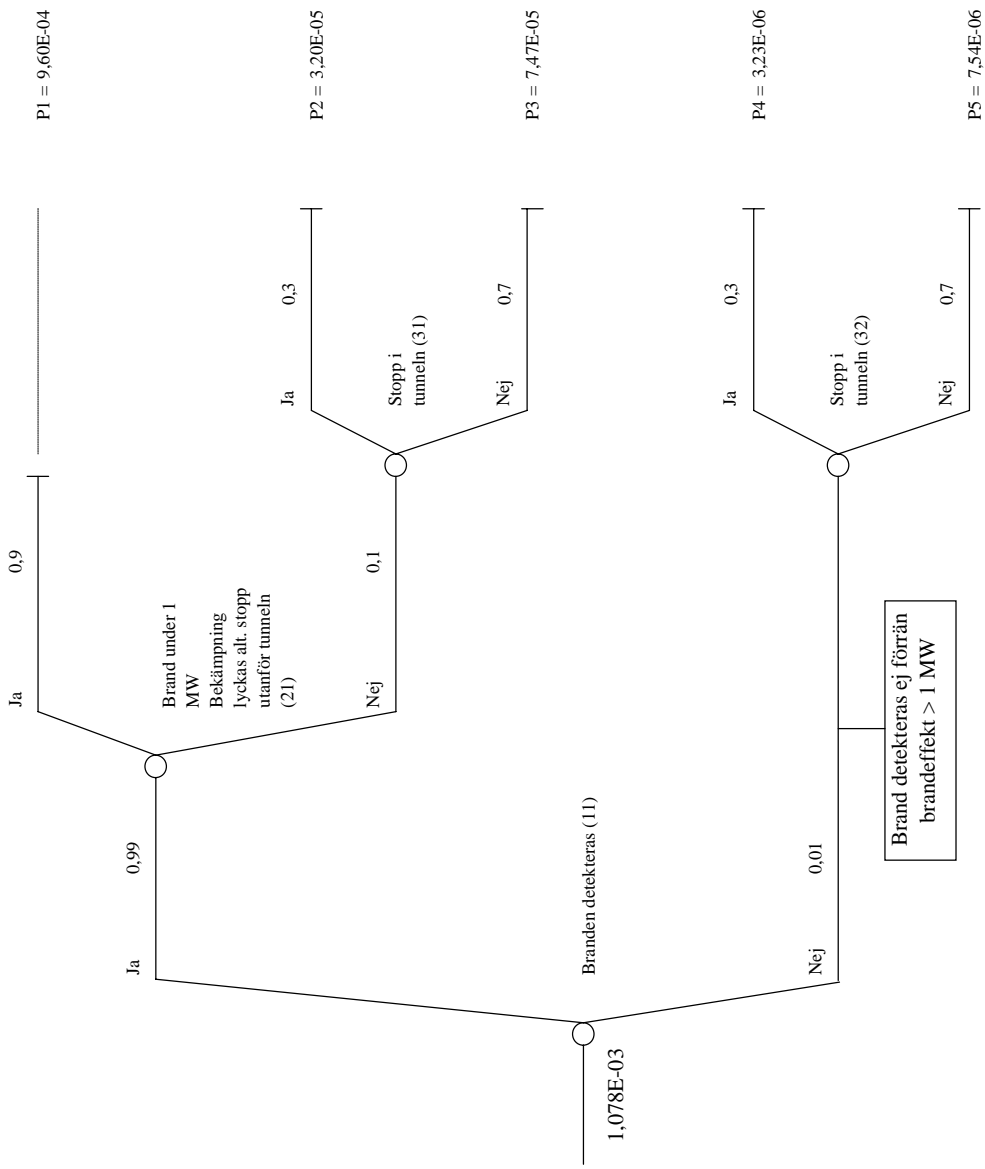
P5 3,70E-07

P6 7,02E-06

P7 2,33E-07

P8 1,56E-07

Brand i ligg/sovvagn (B2_dubbel)

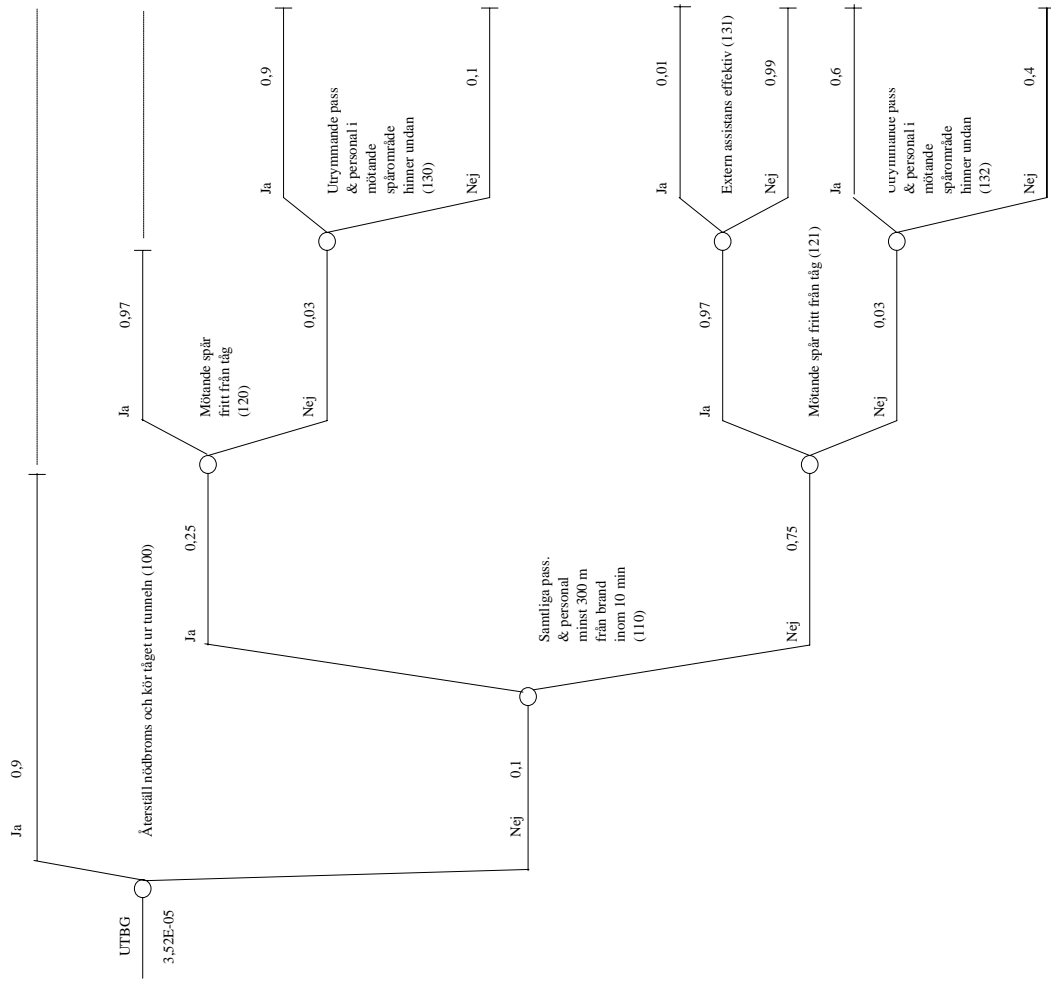


Konsekvenser

K2: Skadade människor = $P3 + P5 = 8,22E-05$

UTBG = $P2+P4 = 3,52E-05$

Brand i ligg/sovsvagn (B2_dubbel)



P1 3.17E-05

Konsekvenser

K2: Skadade människor = P1 + P2
 K4: Flera döda = P3+P5+P7
 K5: Många döda = P4+P6+P8

3.26E-05
 9.70E-08
 2.57E-06

P2 8.55E-07

P3 2.38E-08

P4 2.64E-09

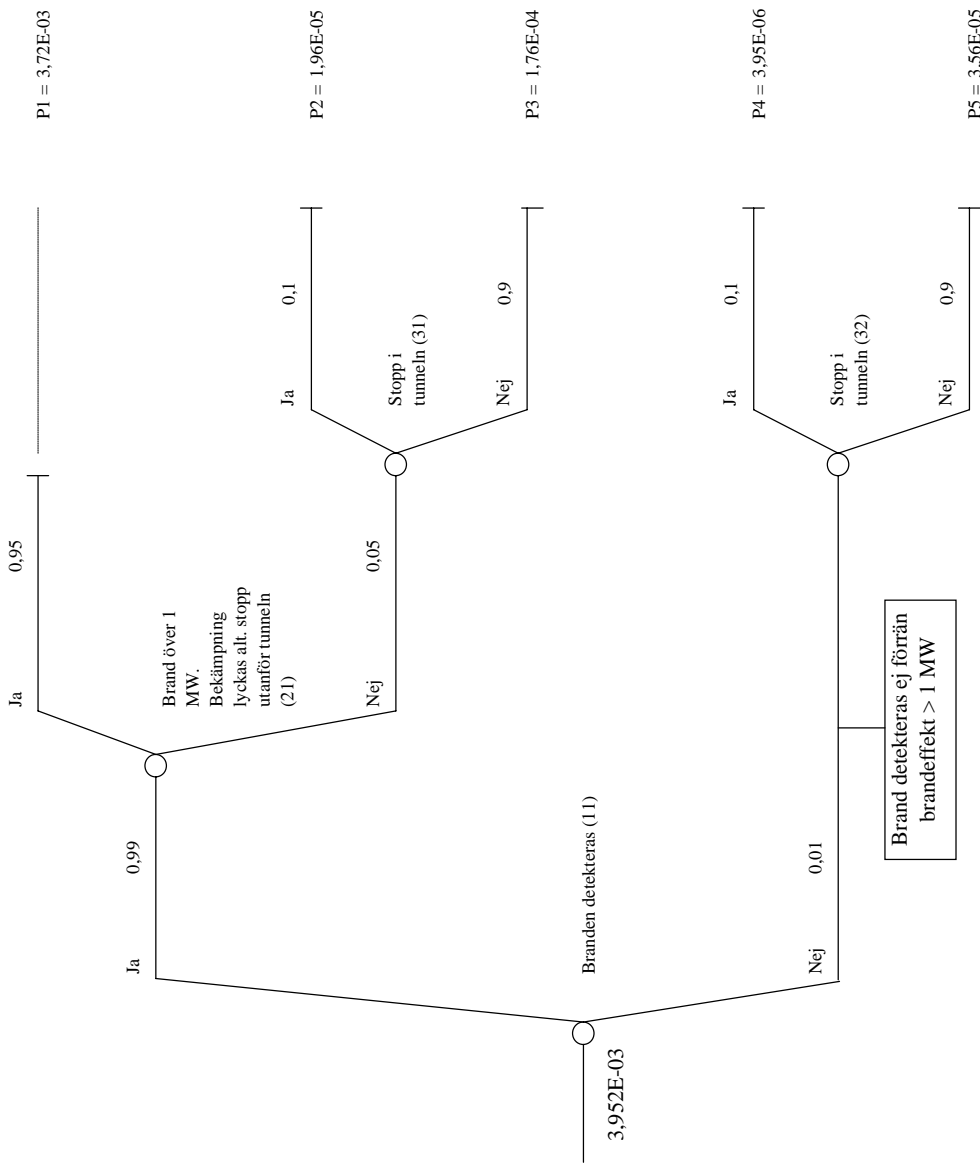
P5 2.56E-08

P6 2.54E-06

P7 4.76E-08

P8 3.17E-08

Brand i lok (B3_dubbel)

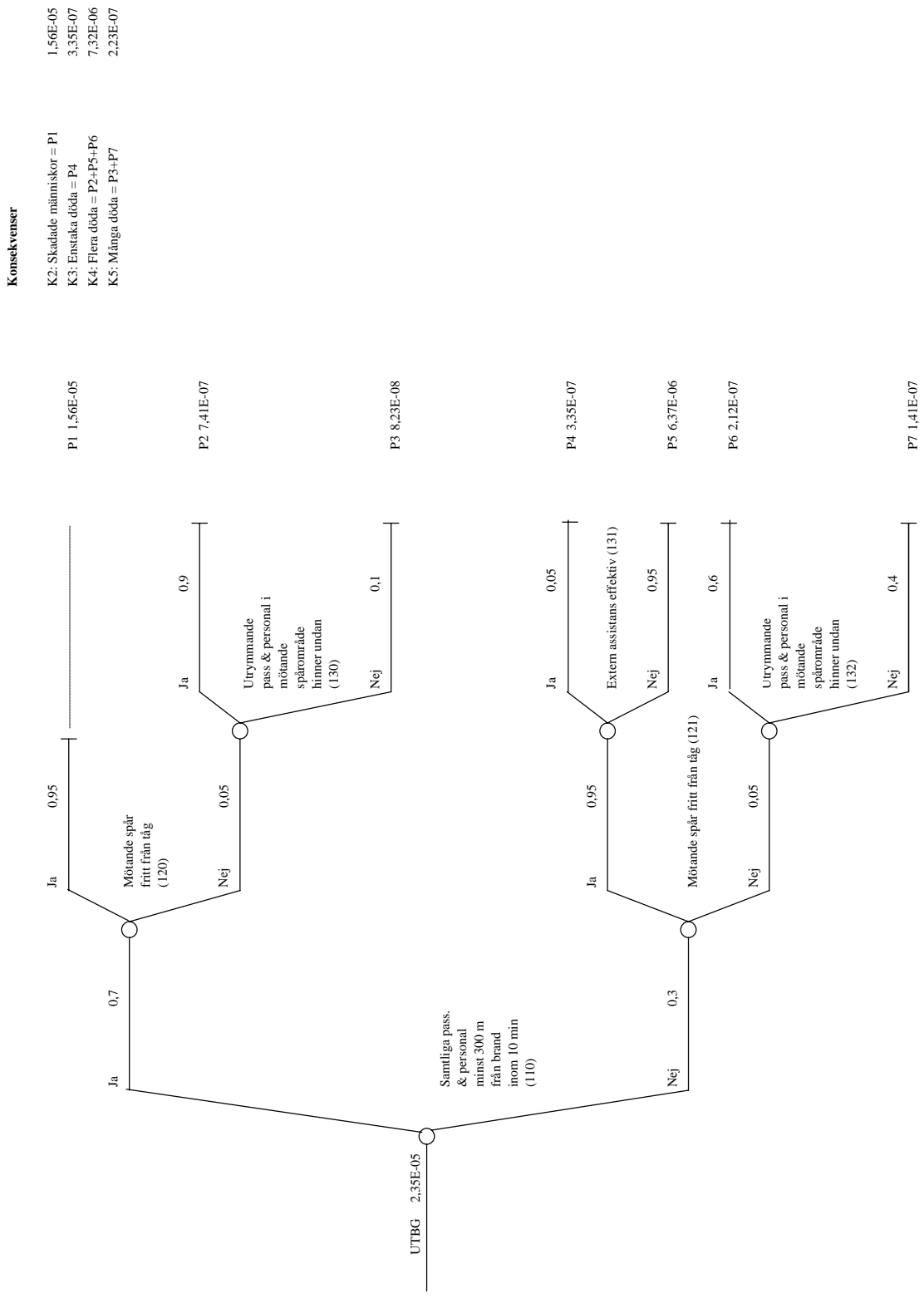


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 2,12E-04

UTBG = P2+P4 = 2,35E-05

Brand i lok (B3_dubbel)

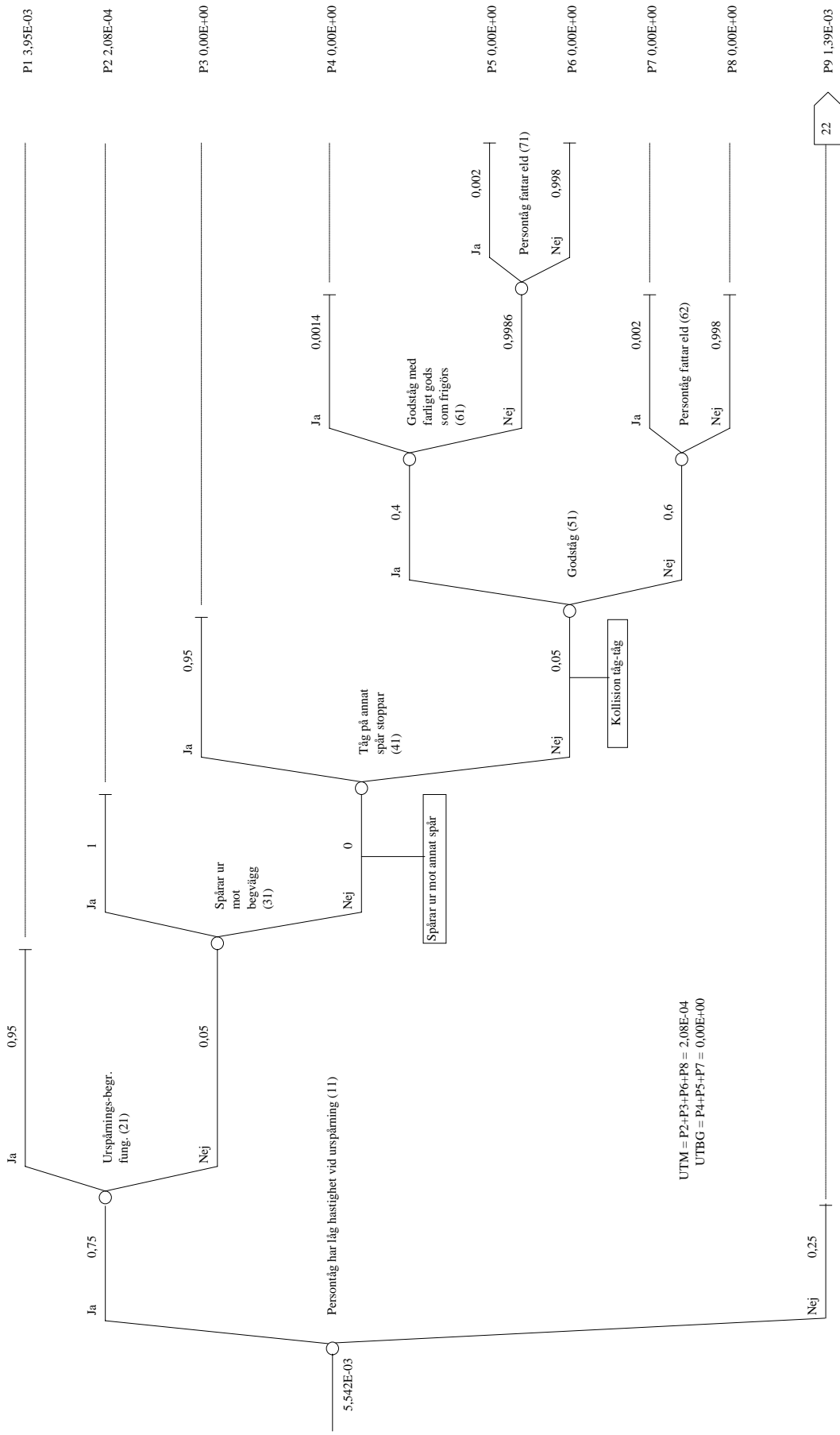


Konsekvenser

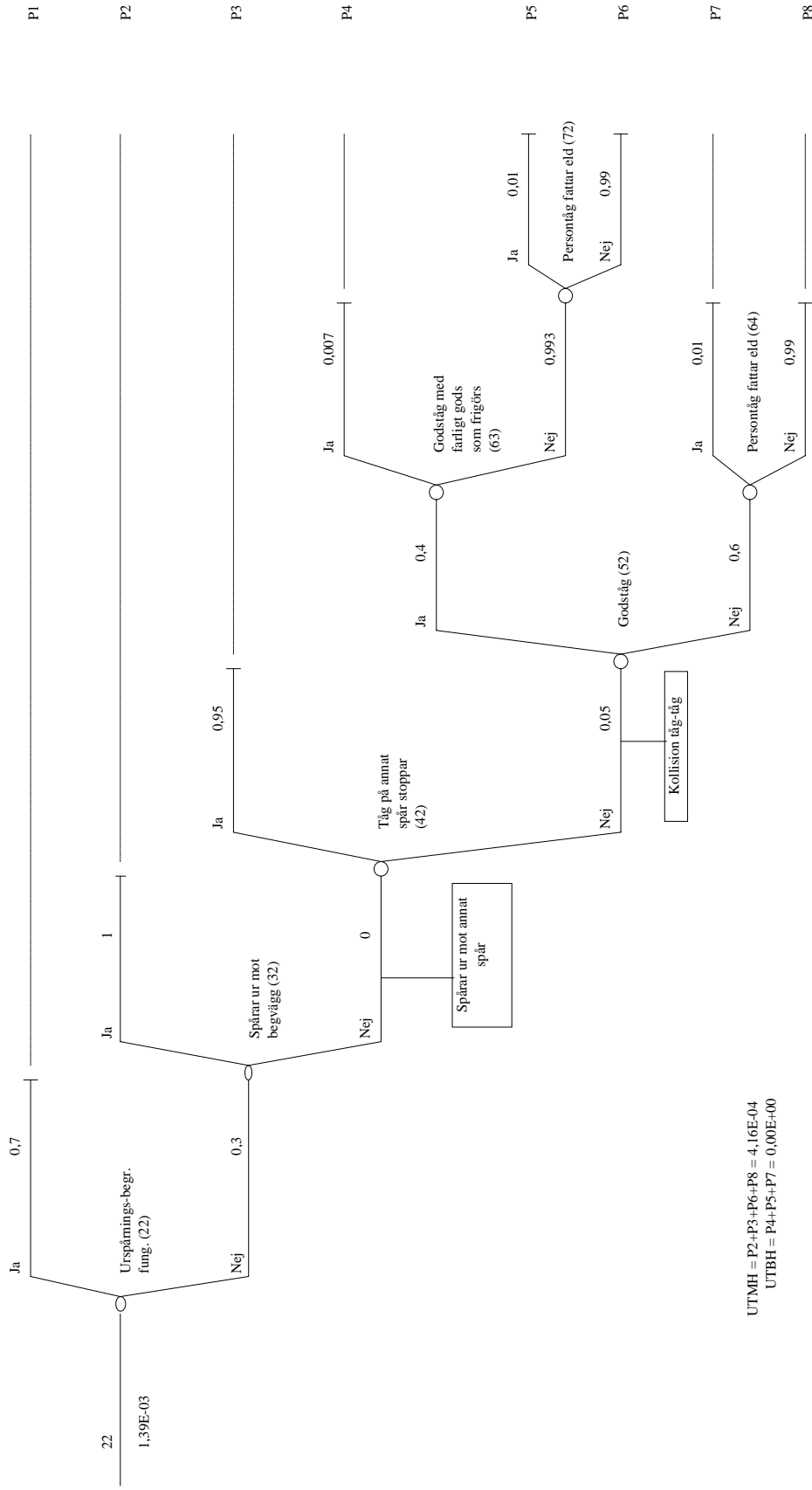
- K2: Skadade människor = P1 1,56E-05
- K3: Enstaka döda = P4 3,35E-07
- K4: Flera döda = P2+P5+P6 7,32E-06
- K5: Många döda = P3+P7 2,23E-07

HÄNDELSETRÄD
CT ENKELSPÅRSTUNNEL

Persontåg spårar ur (U1_enkel)

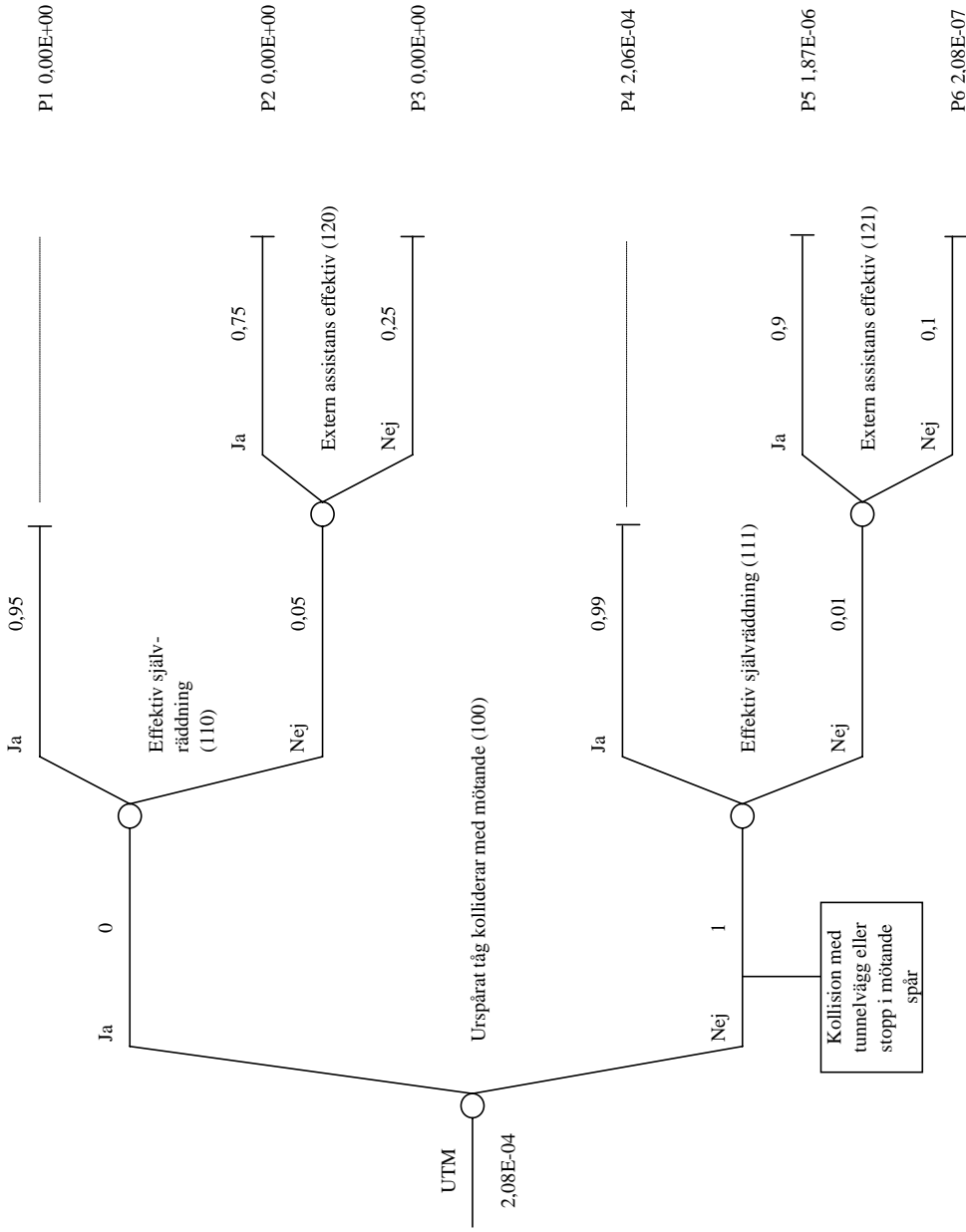


Persontåg spårar ur (U1_enkel)



UTMH = P2+P3+P6+P8 = 4,16E-04
 UTBH = P4+P5+P7 = 0,00E+00

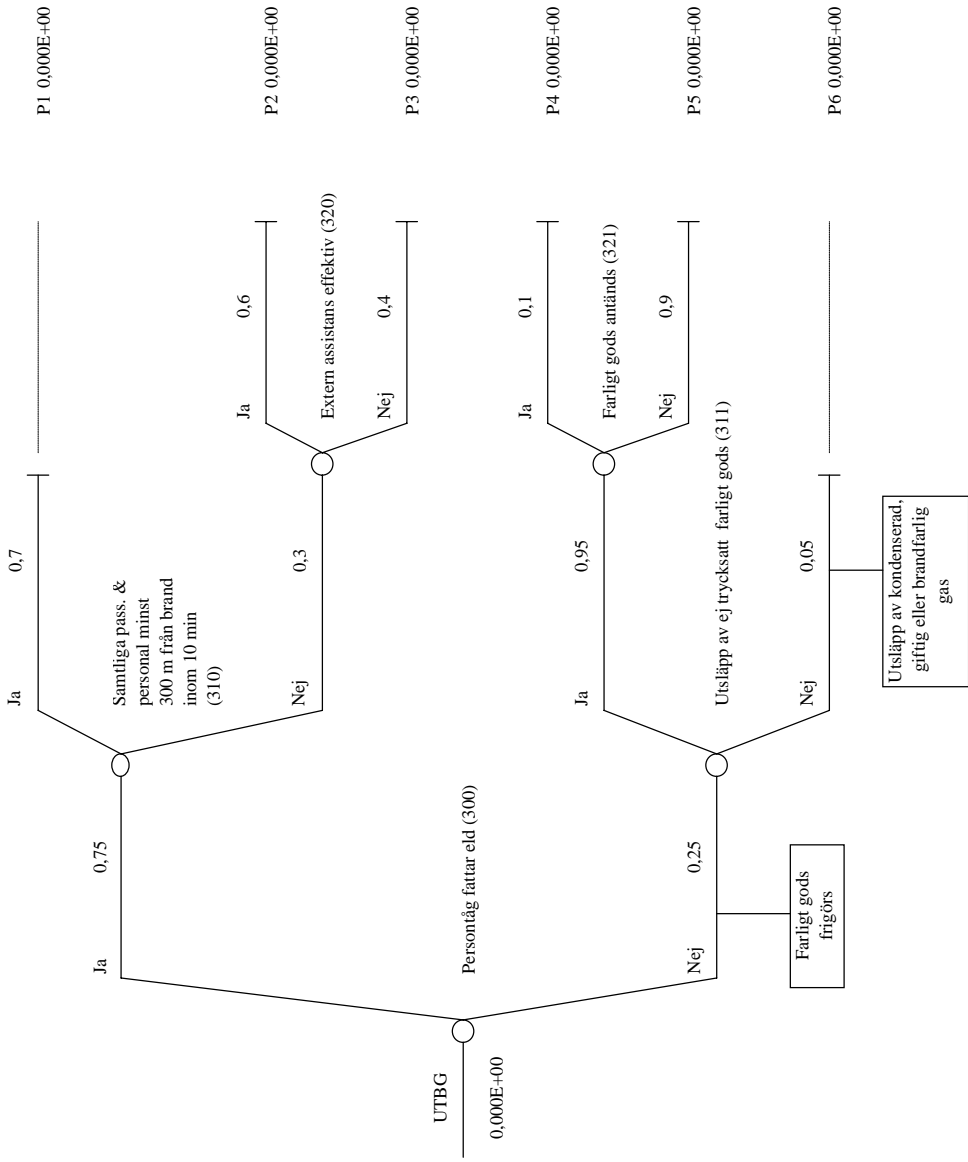
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 2,07620E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 2,07828E-07
- K4: Flera döda = P3 0,00000E+00

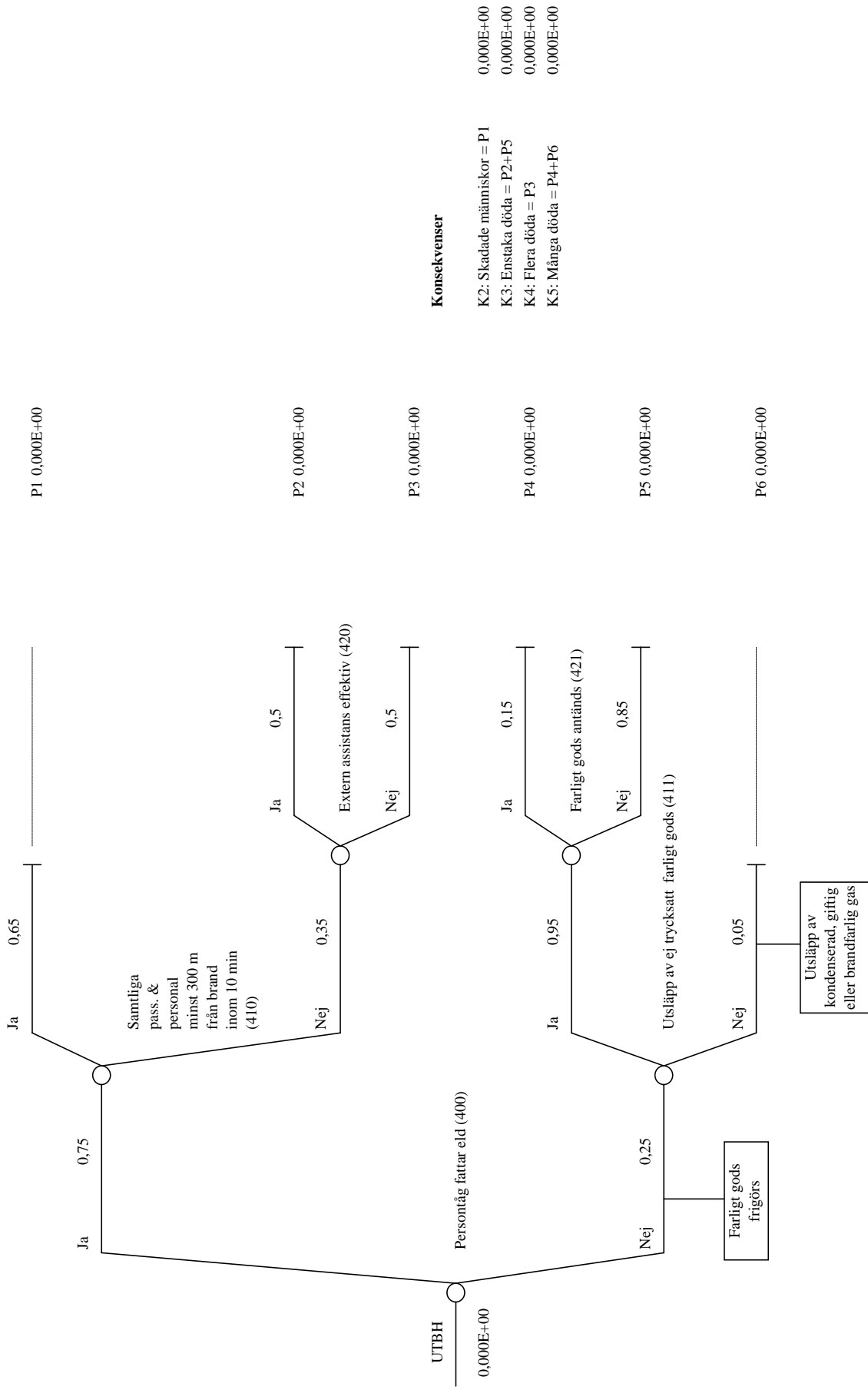
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



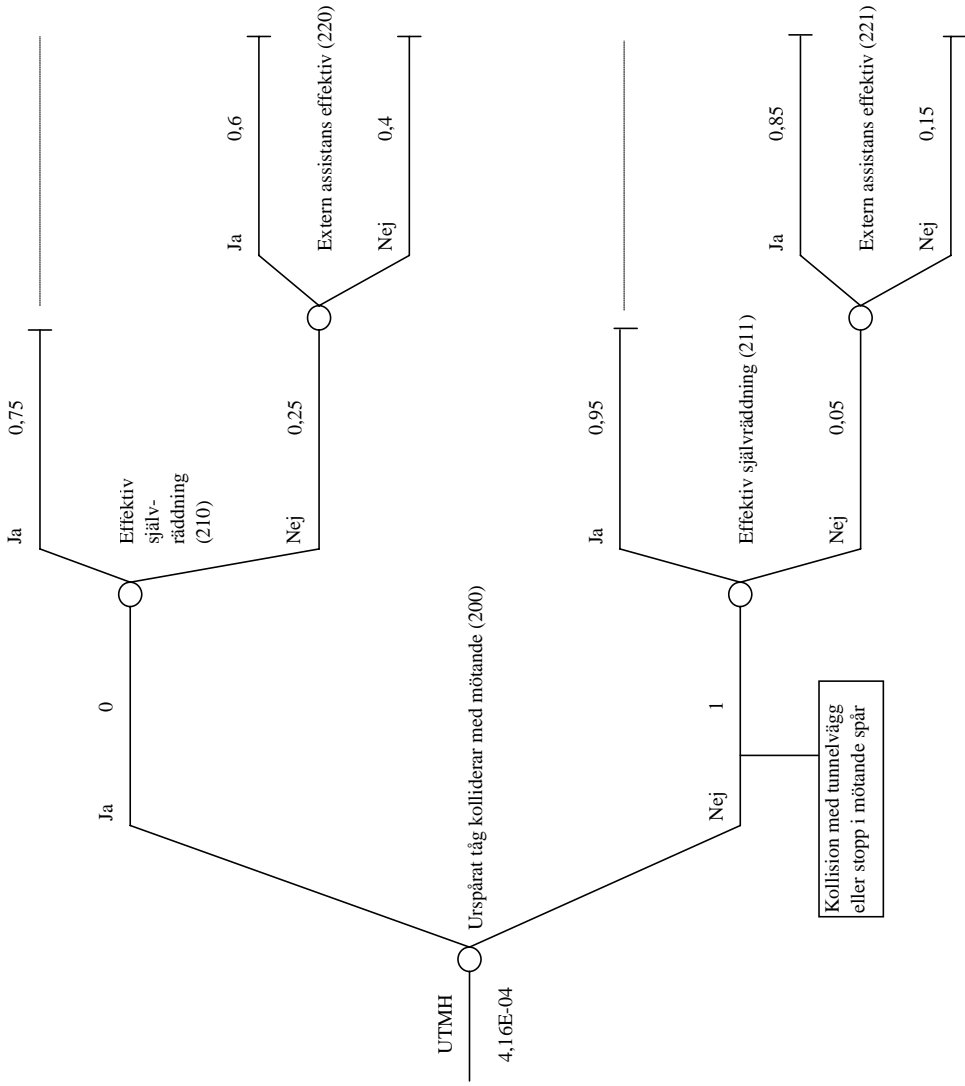
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 0,0000E+00
- K3: Enstaka döda = P2+P5 0,0000E+00
- K4: Flera döda = P3 0,0000E+00
- K5: Många döda = P4+P6 0,0000E+00

Persontåg spårar ur (U1_enkel)



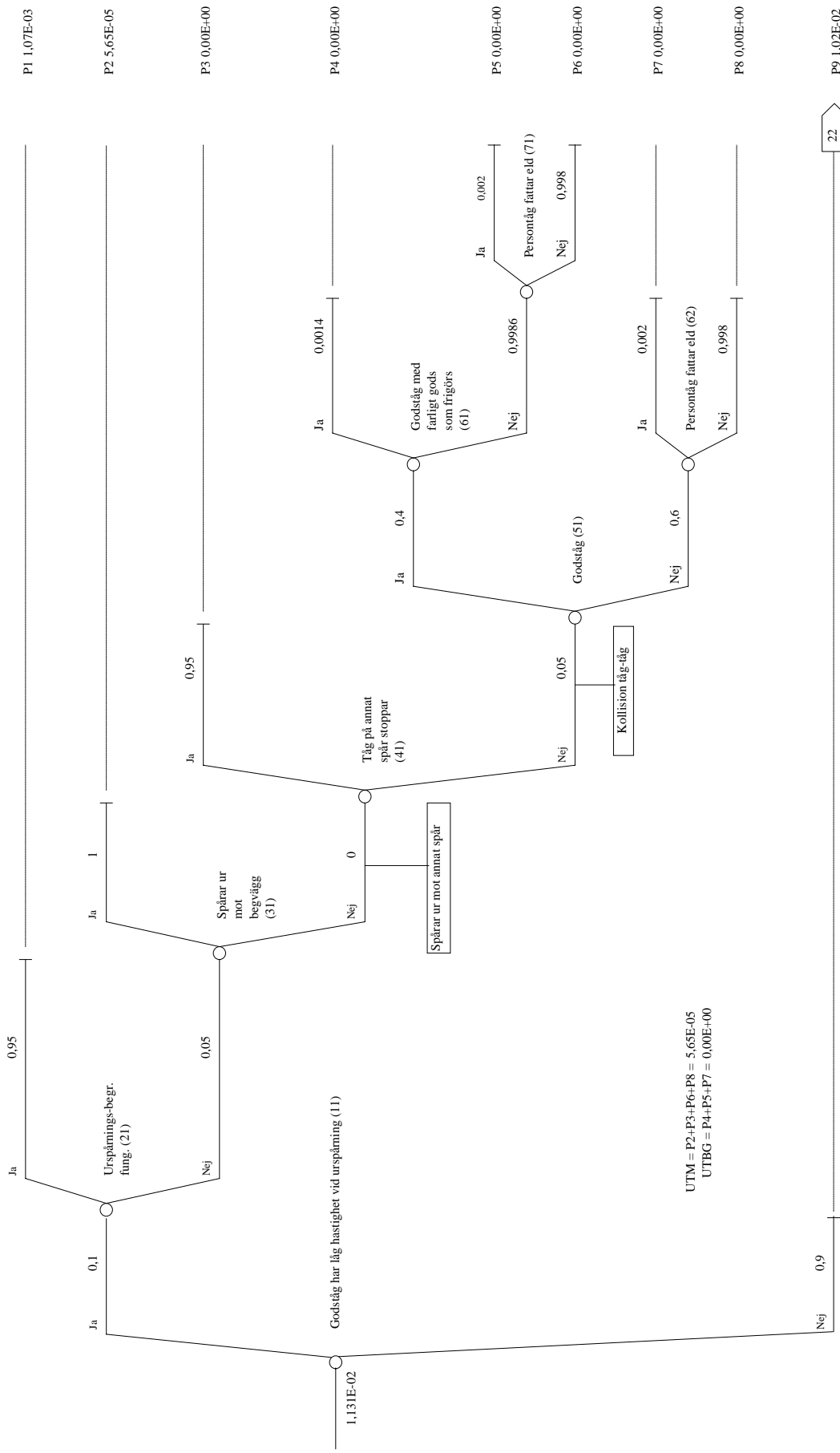
Persontåg spårar ur (U1_enkel)



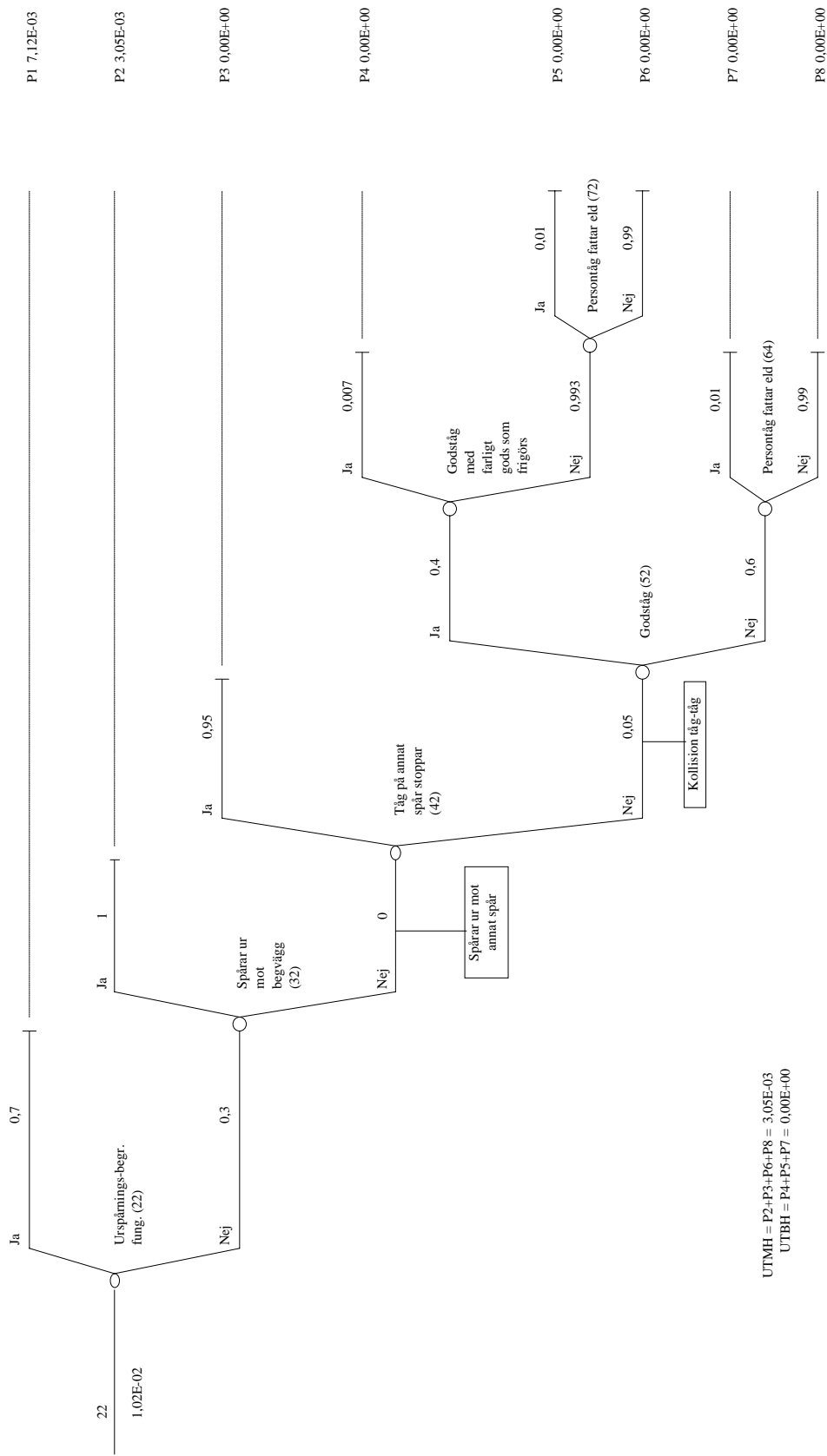
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P3+P4 4,12539E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 3,11742E-06
- K4: Flera döda = P3 0,00000E+00

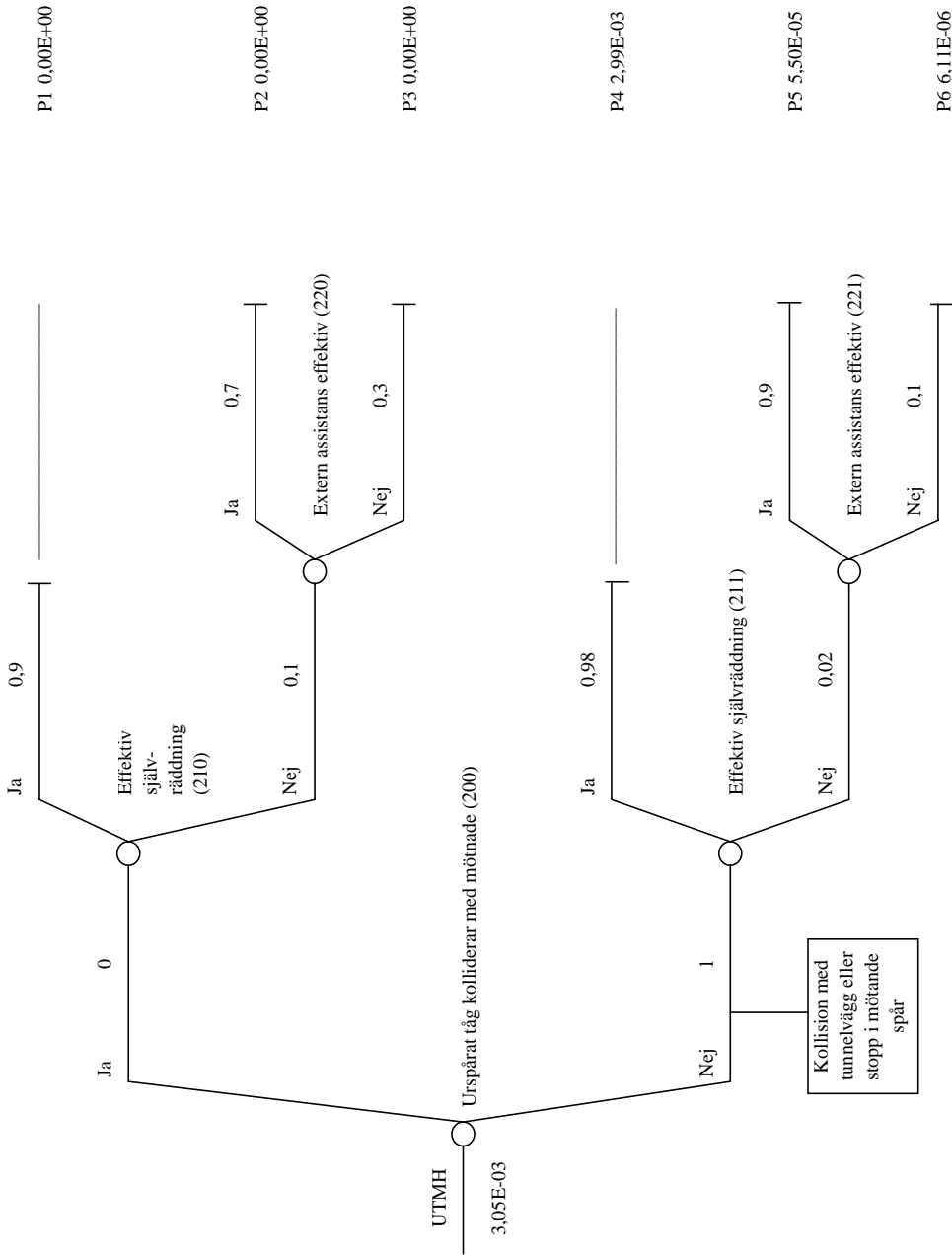
Godståg spärrar ur (U2_enkel)



Godståg spårar ur (U2_enkel)



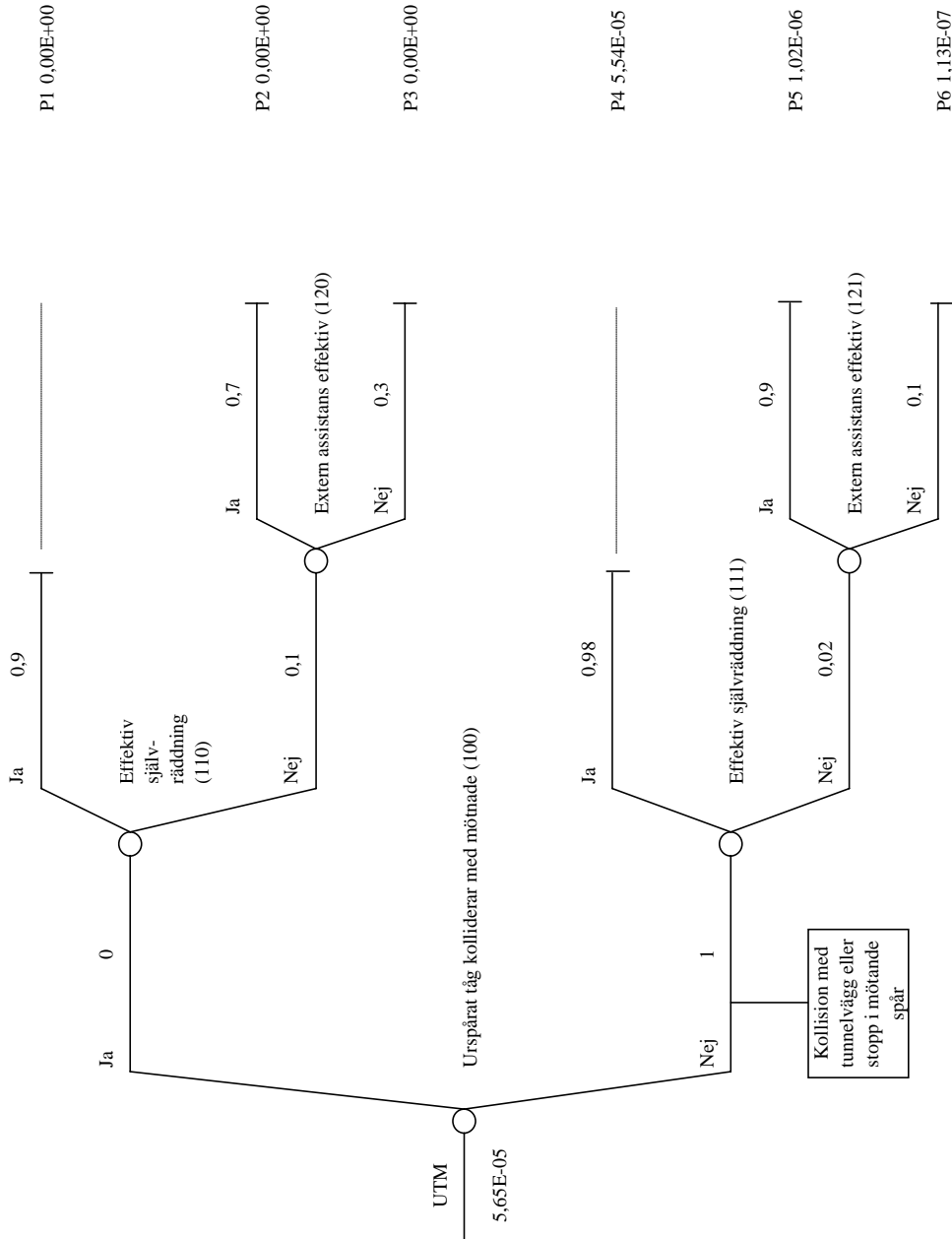
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 3,05E-03
- K3: Enstaka döda = P2+P6 6,11E-06
- K4: Flera döda = P3 0,00E+00

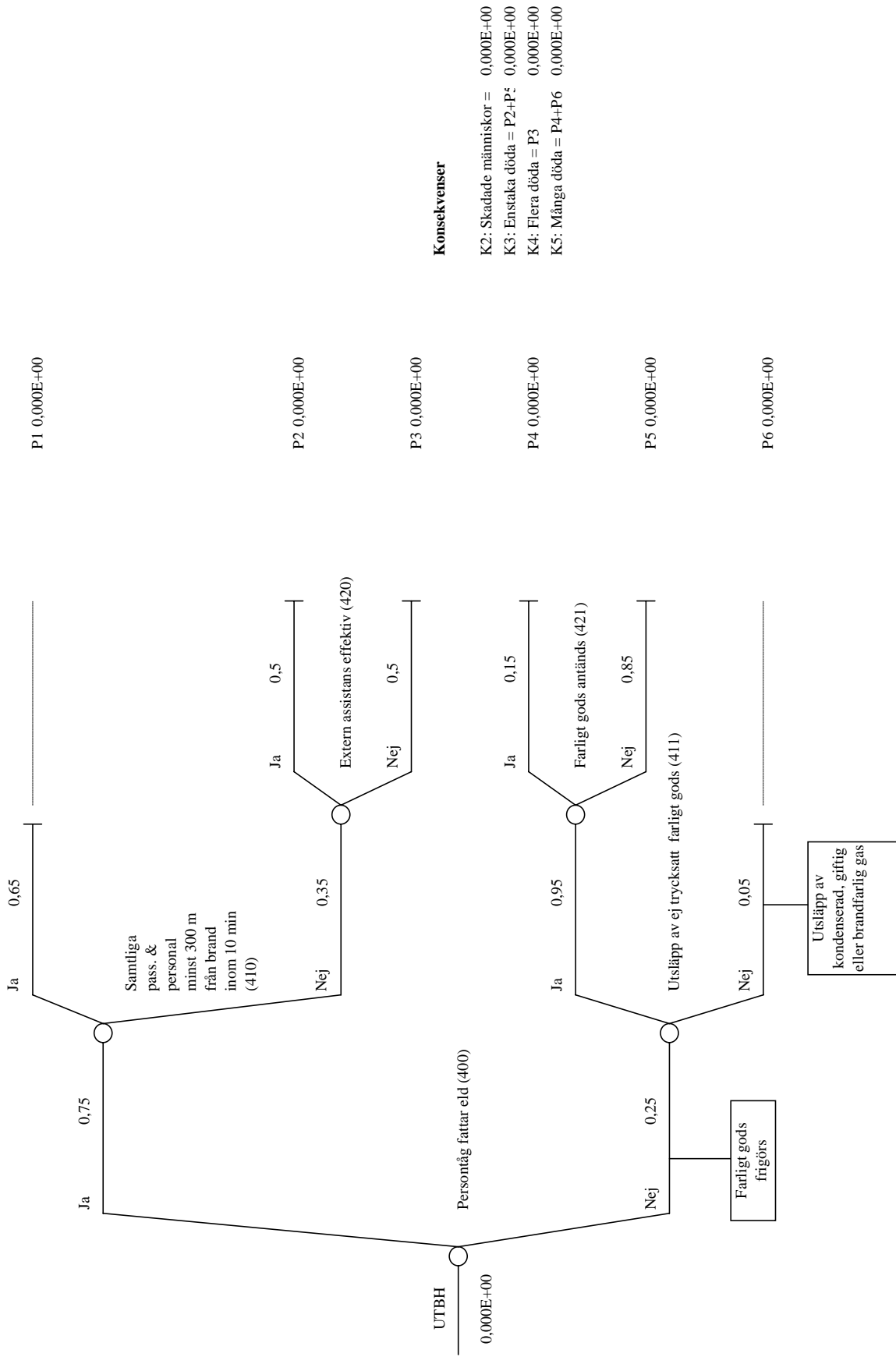
Godståg spårar ur (U2_enkel)



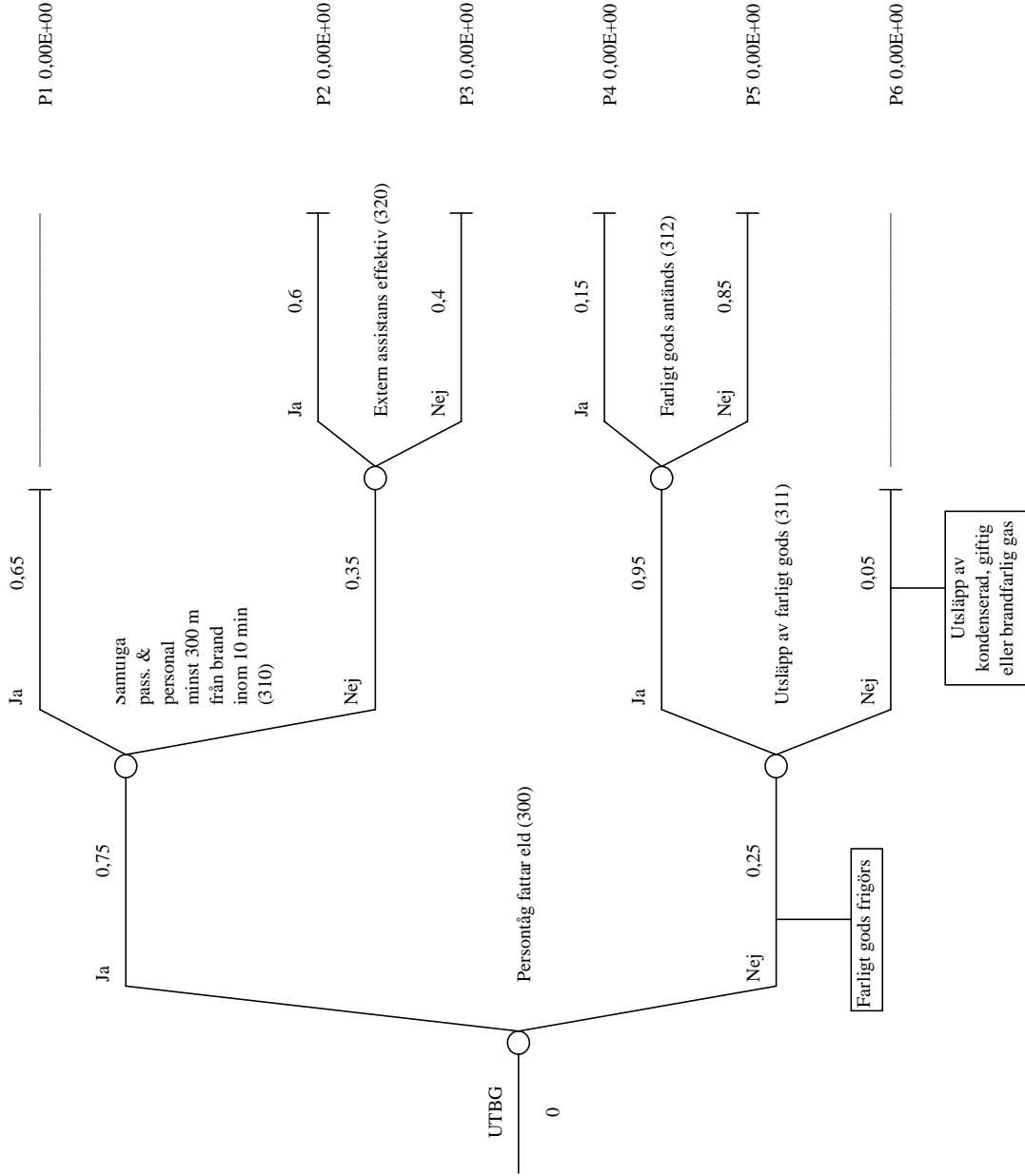
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 5,64E-05
- K3: Enstaka döda = P2+P6 1,13E-07
- K4: Flera döda = P3 0,00E+00

Godståg spårar ur (U2_enkel)



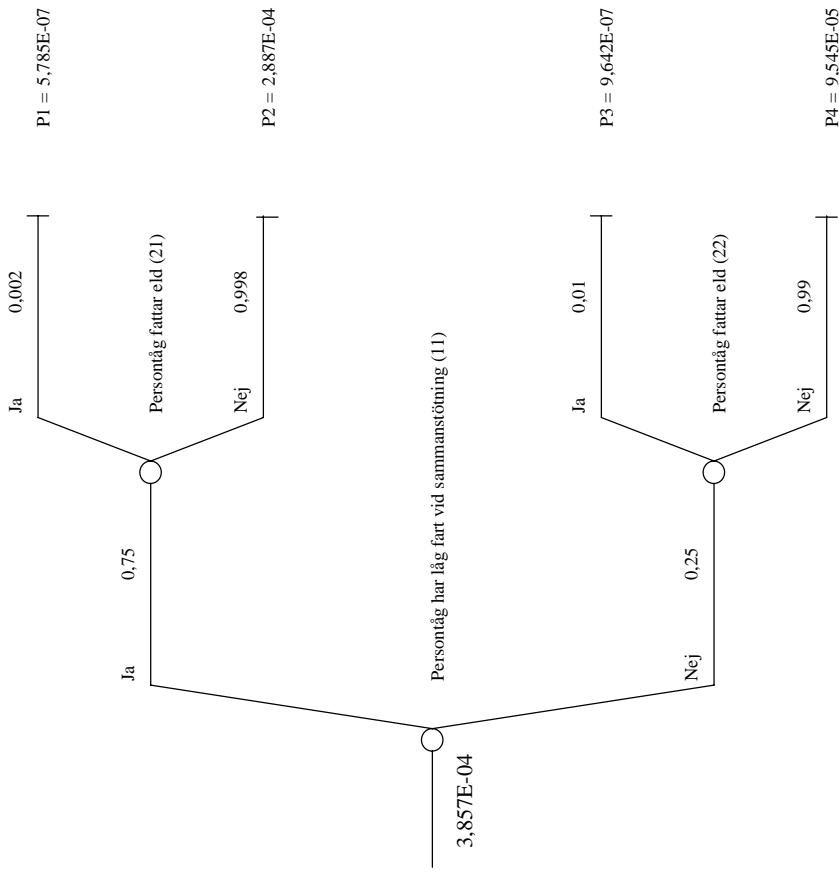
Godståg spårar ur (U2_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 0,000E+00
- K3: Enstaka döda = P2+P5 0,000E+00
- K4: Flera döda = P3 0,000E+00
- K5: Många döda = P4+P6 0,000E+00

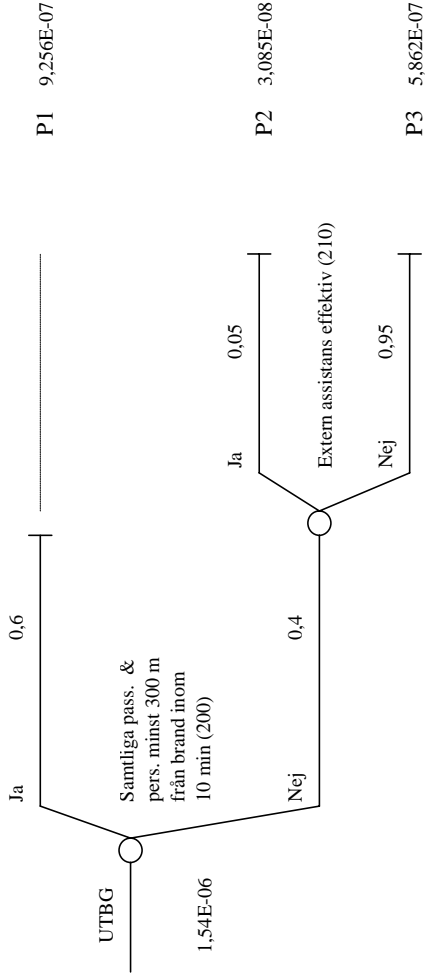
Sammanstötning Persontåg - godståg (SI_dubbel)



$$UTBG = P1+P3 \quad 1,543E-06$$

$$UTM = P2+P4 \quad 3,841E-04$$

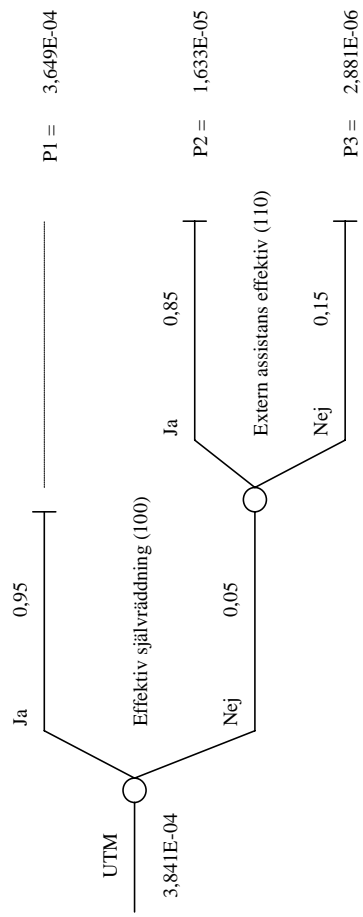
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 9,256E-07
- K4: Flera döda = P2 3,085E-08
- K5: Många döda = P3 5,862E-07

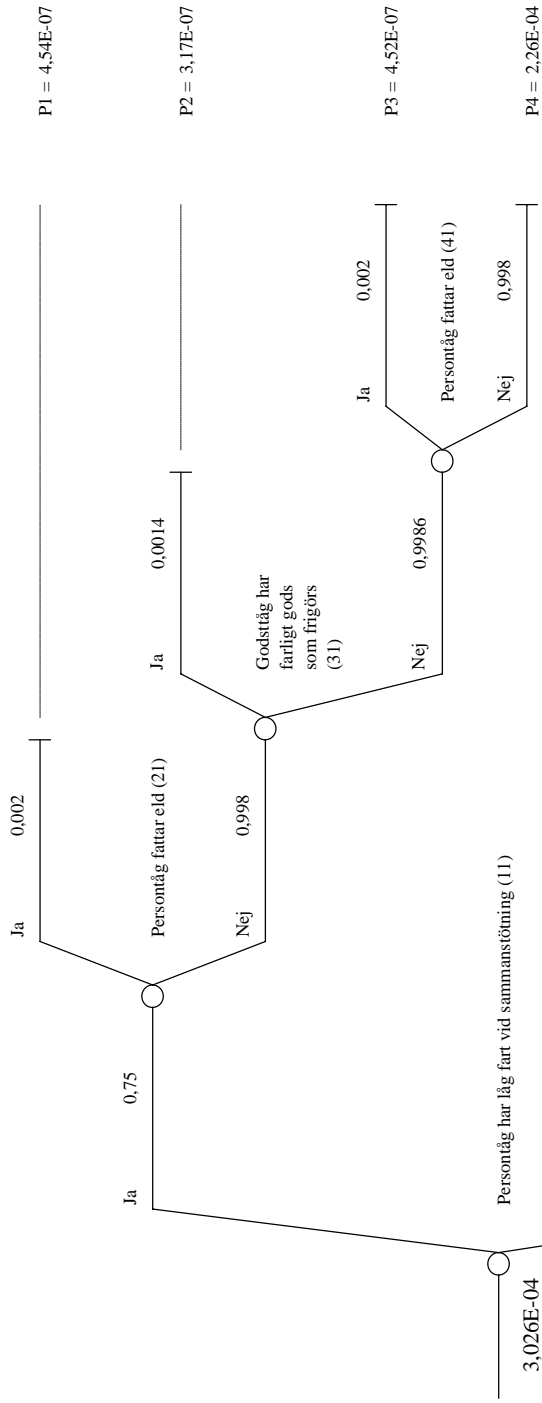
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

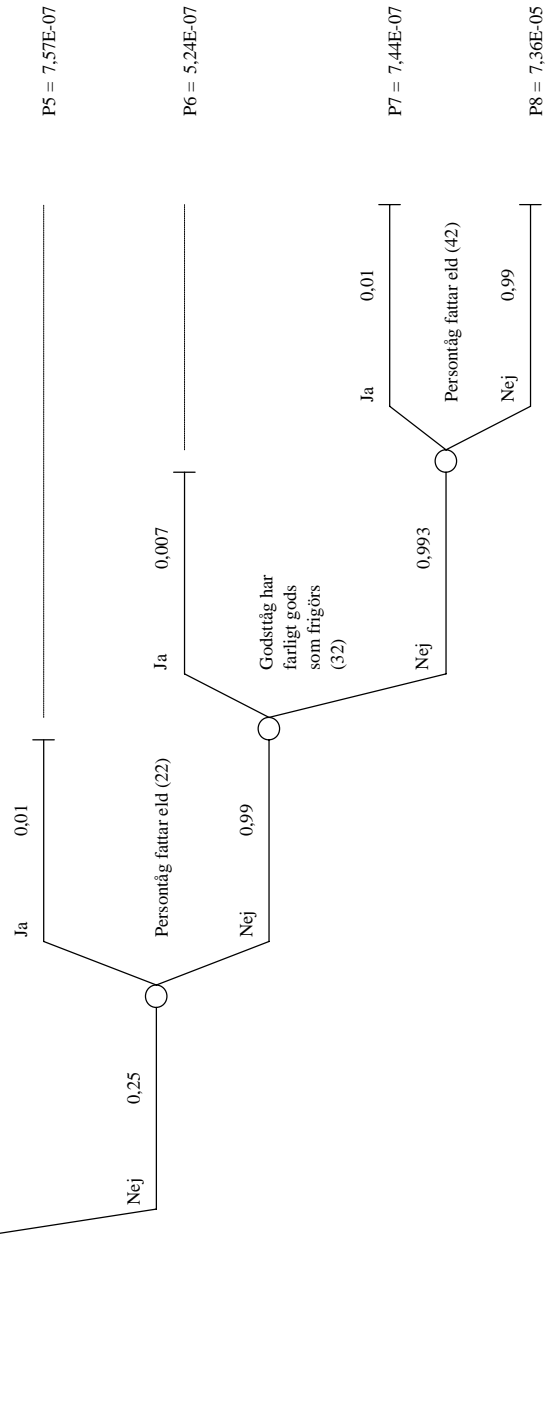
- K2: Skadade människor = P1 3,649E-04
- K3: Enstaka döda = P2 1,633E-05
- K4: Flera döda = P3 2,881E-06

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_enkel)

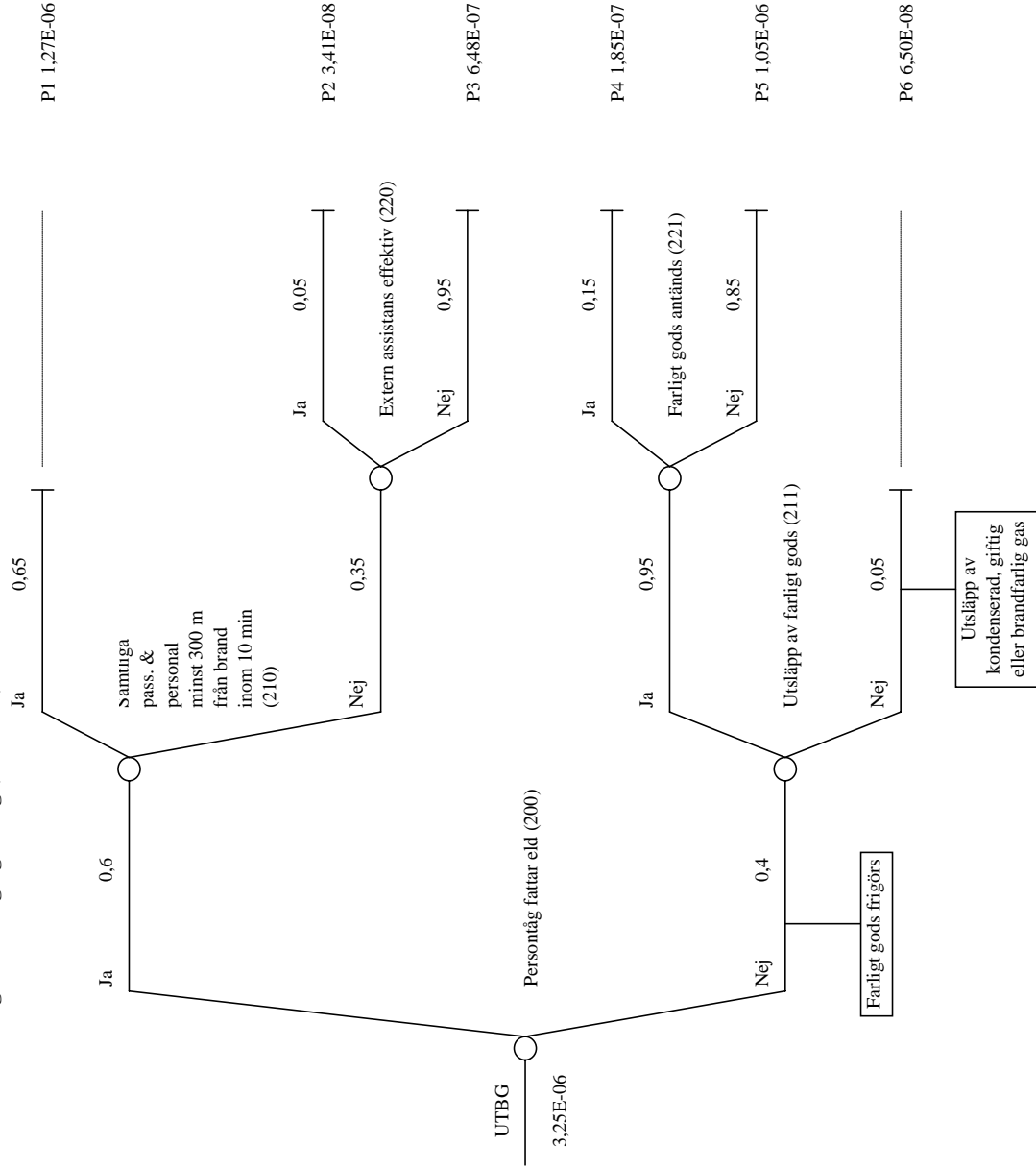


$UTBG = P1+P2+P3+P5+P6+P7 = 3,25E-06$

$UTM = P4+P8 = 2,99E-04$



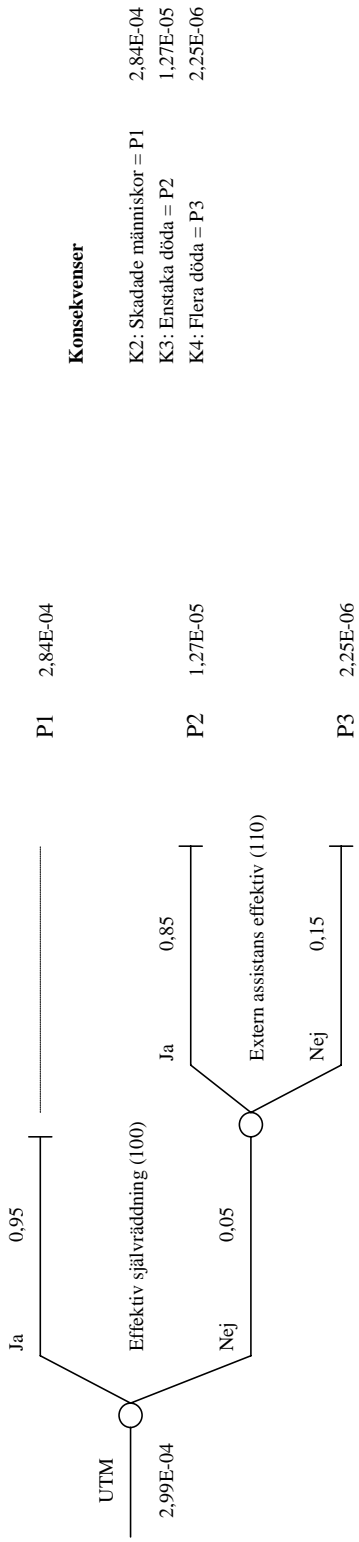
Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_enkel)



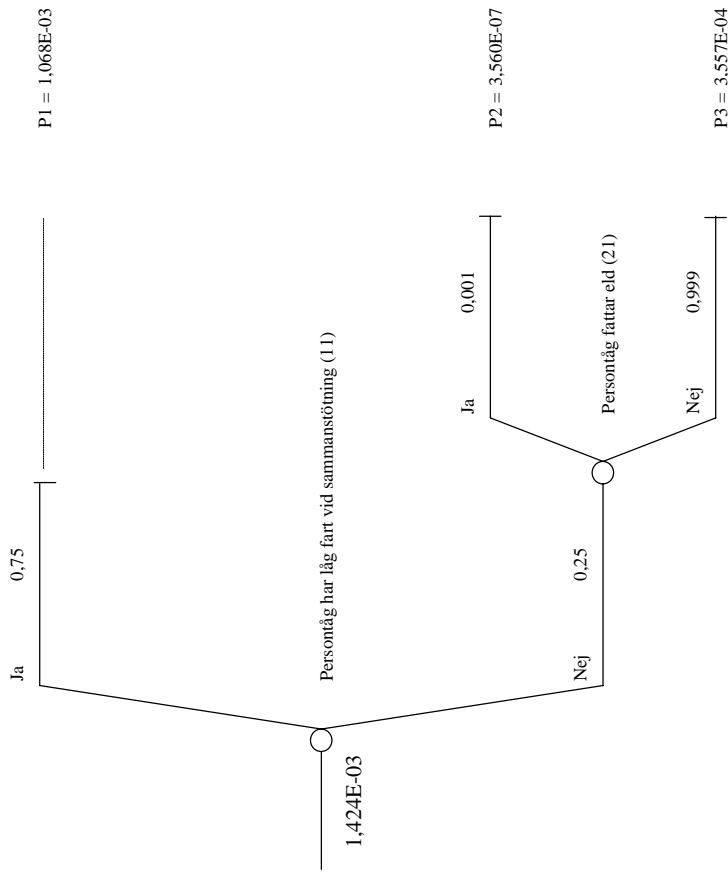
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,27E-06
- K3: Enstaka döda = P2+P5 1,08E-06
- K4: Flera döda = P3 6,48E-07
- K5: Många döda = P4+P6 2,50E-07

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_enkel)



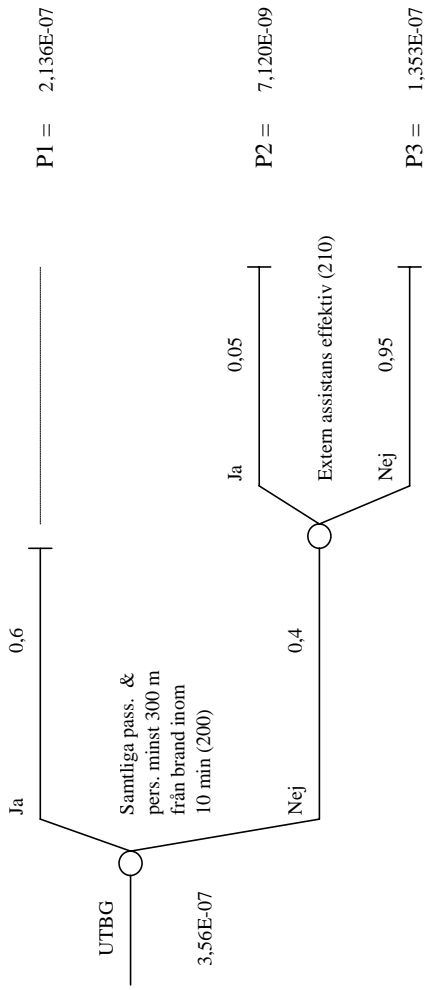
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_enkel)



$$UTBG = P2 \cdot 3,560E-07$$

$$UTM = P1 + P3 \cdot 1,424E-03$$

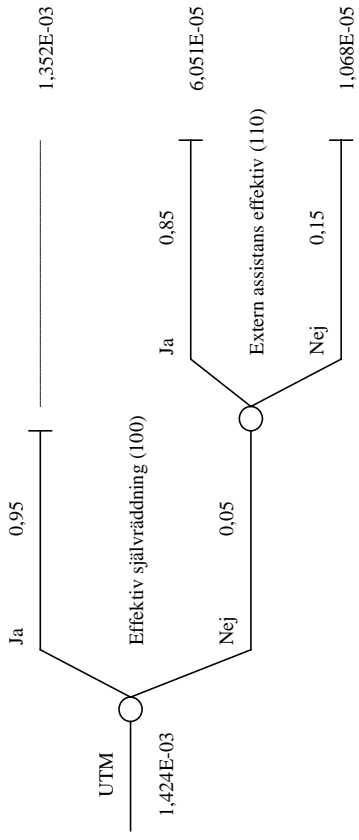
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,136E-07
- K4: Flera döda = P2 7,120E-09
- K5: Många döda = P3 1,353E-07

Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_enkel)



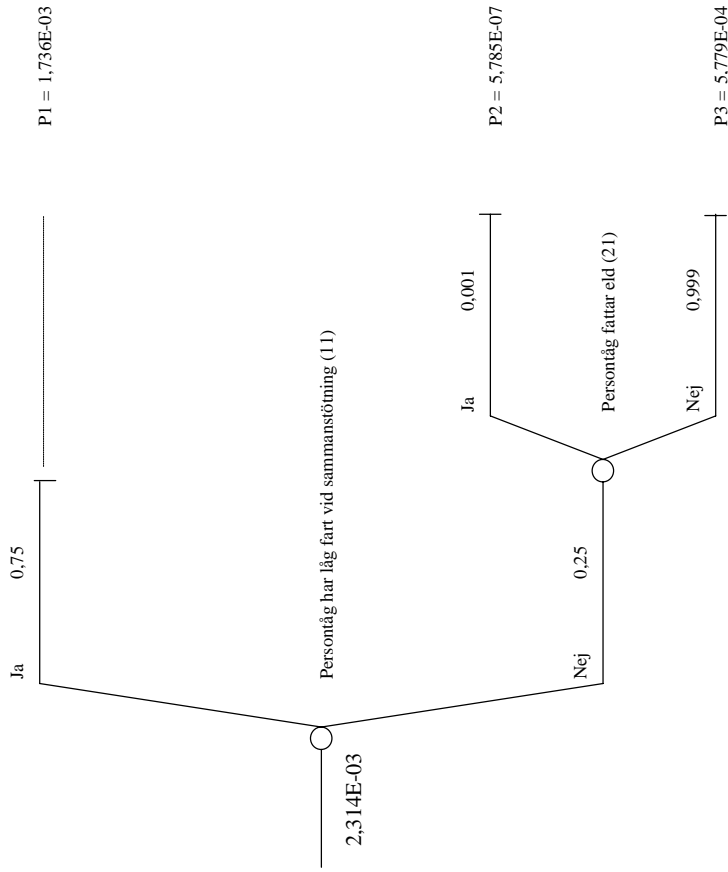
Konsekvenser

K2: Skadade människor = P1 1,352E-03

K3: Enstaka döda = P2 6,051E-05

K4: Flera döda = P3 1,068E-05

Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_enkel)

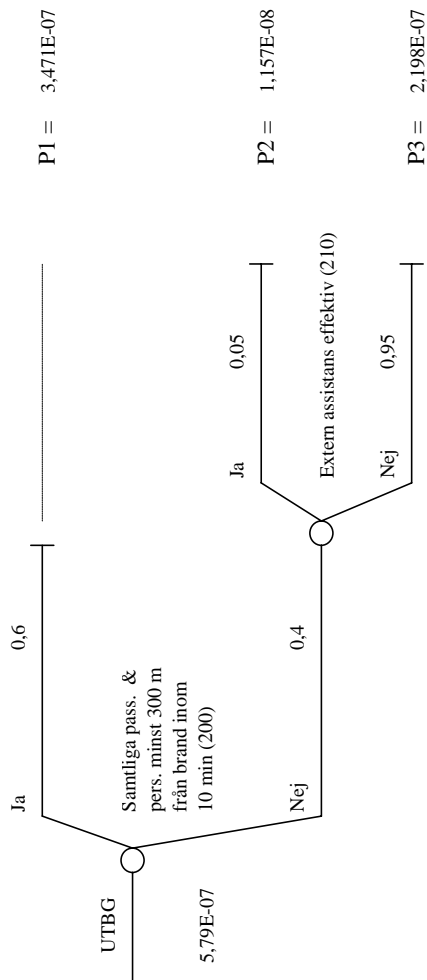


$$UTBG = P2 + 5,785E-07$$

$$UTIM = P1 + P3 + 2,313E-03$$

P8 = #Referens!

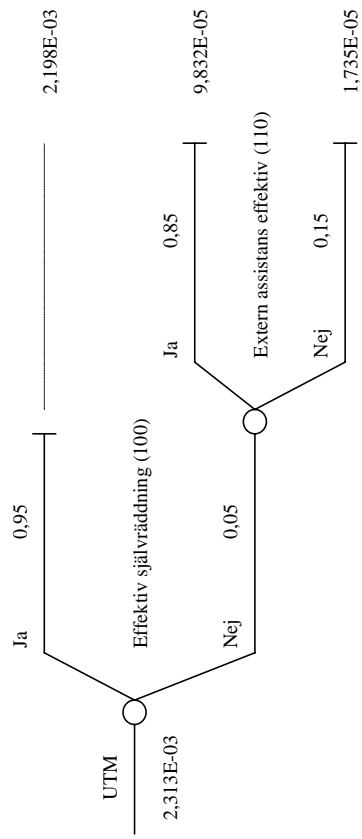
Sammanställning Persontåg - tungt föremål (S4_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 3,471E-07
- K4: Flera döda = P2 1,157E-08
- K5: Många döda = P3 2,198E-07

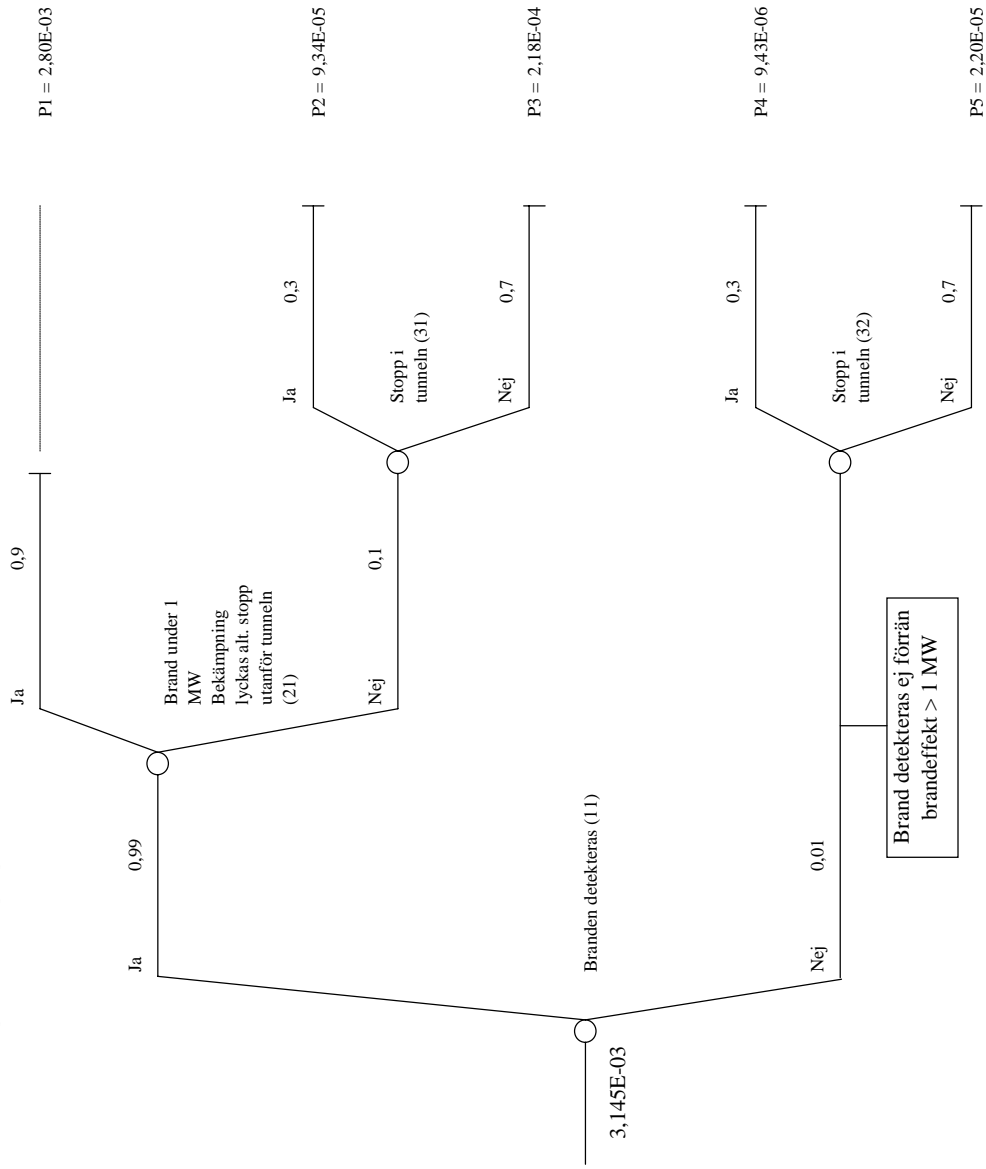
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,198E-03
- K3: Enstaka döda = P2 9,832E-05
- K4: Flera döda = P3 1,735E-05

Brand i sittvagn/restaurangvagn (BI_enkel)

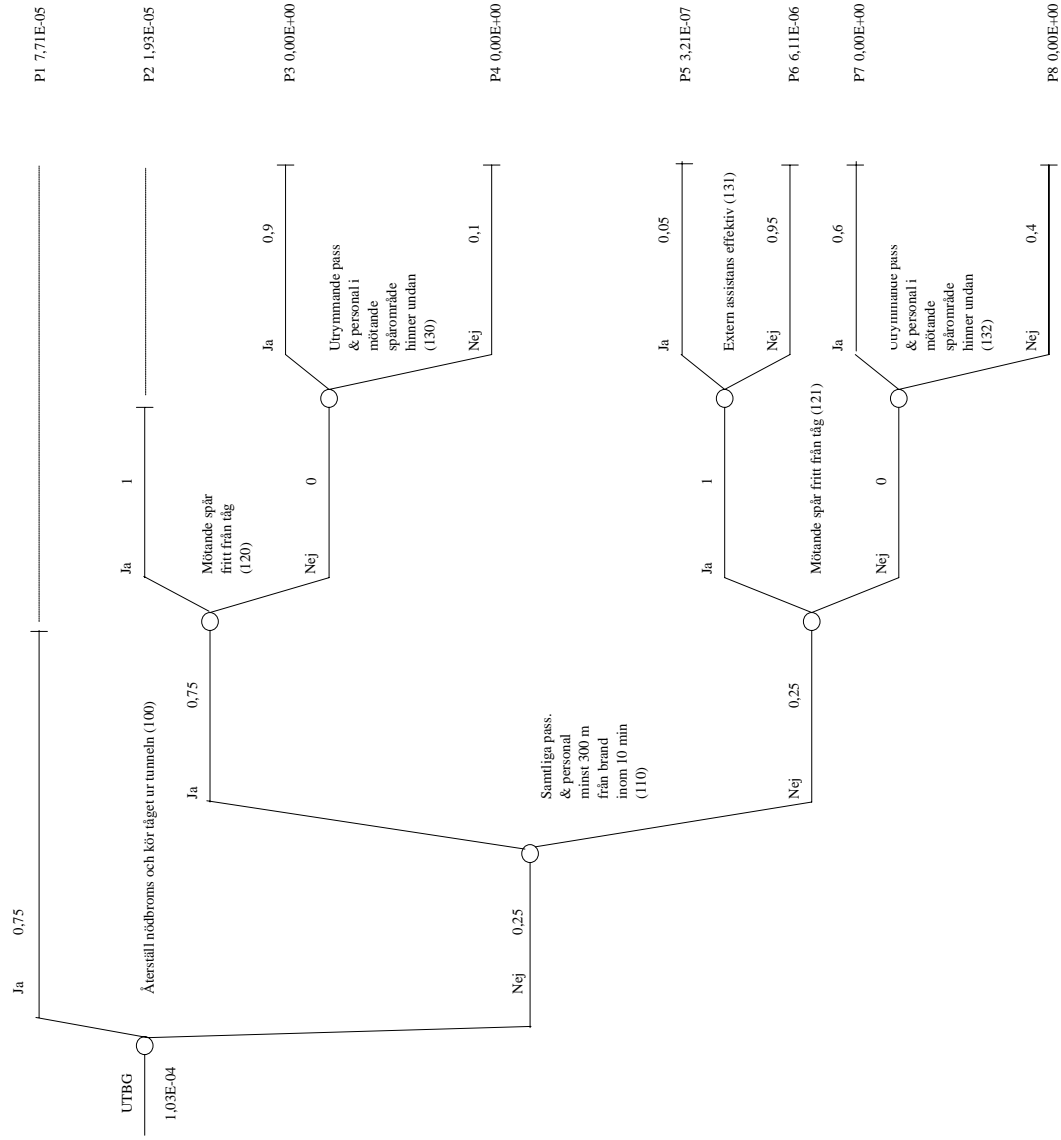


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 2,40E-04

UTBG = P2+P4 = 1,03E-04

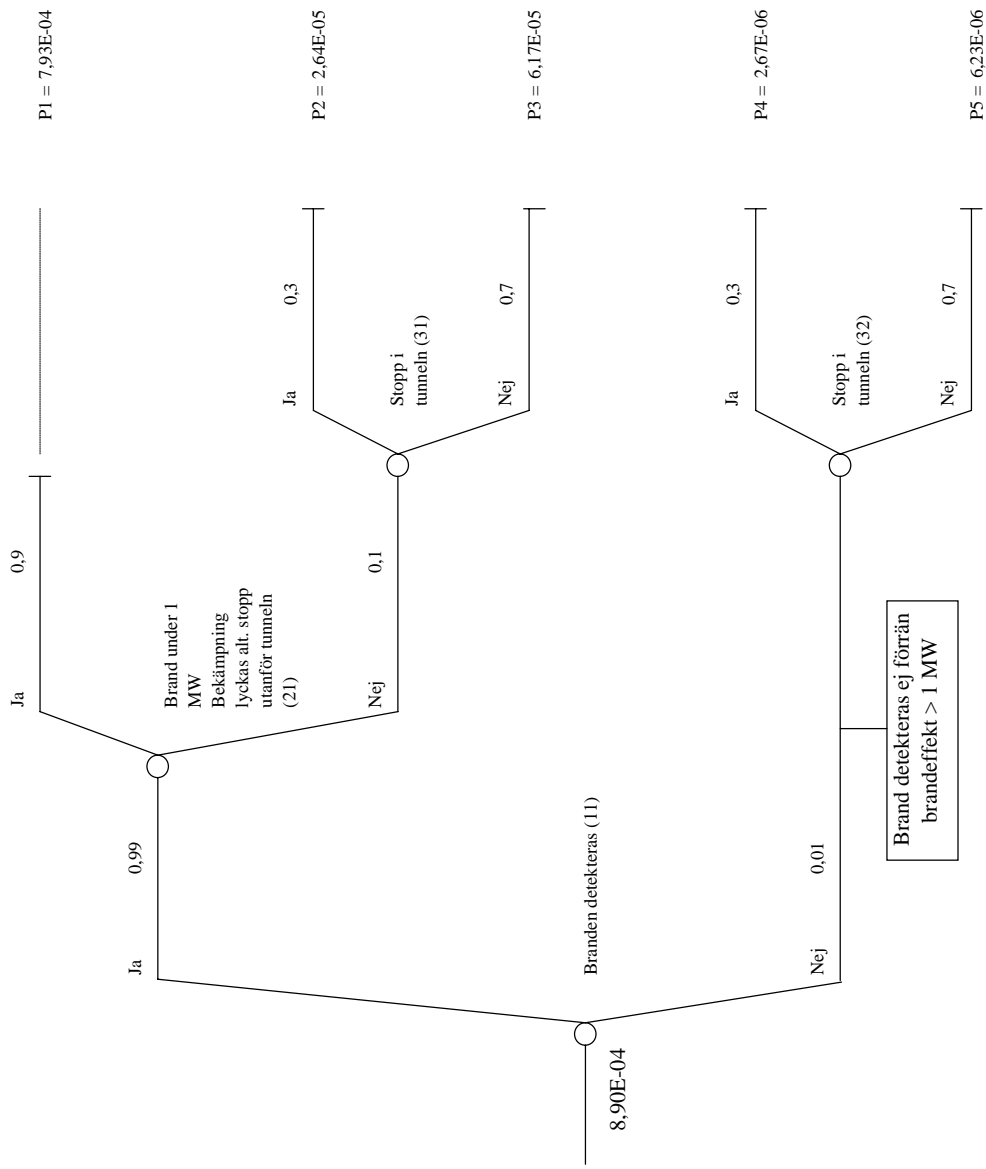
Brand i sittvagn/restaurangvagn (B1_enkel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 + P2 9,64E-05
- K3: Enstaka döda = P5 3,21E-07
- K4: Flera döda = P3+P6+P7 6,11E-06
- K5: Många döda = P4+P8 0,00E+00

Brand i ligg/sovvagn (B2_enkel)

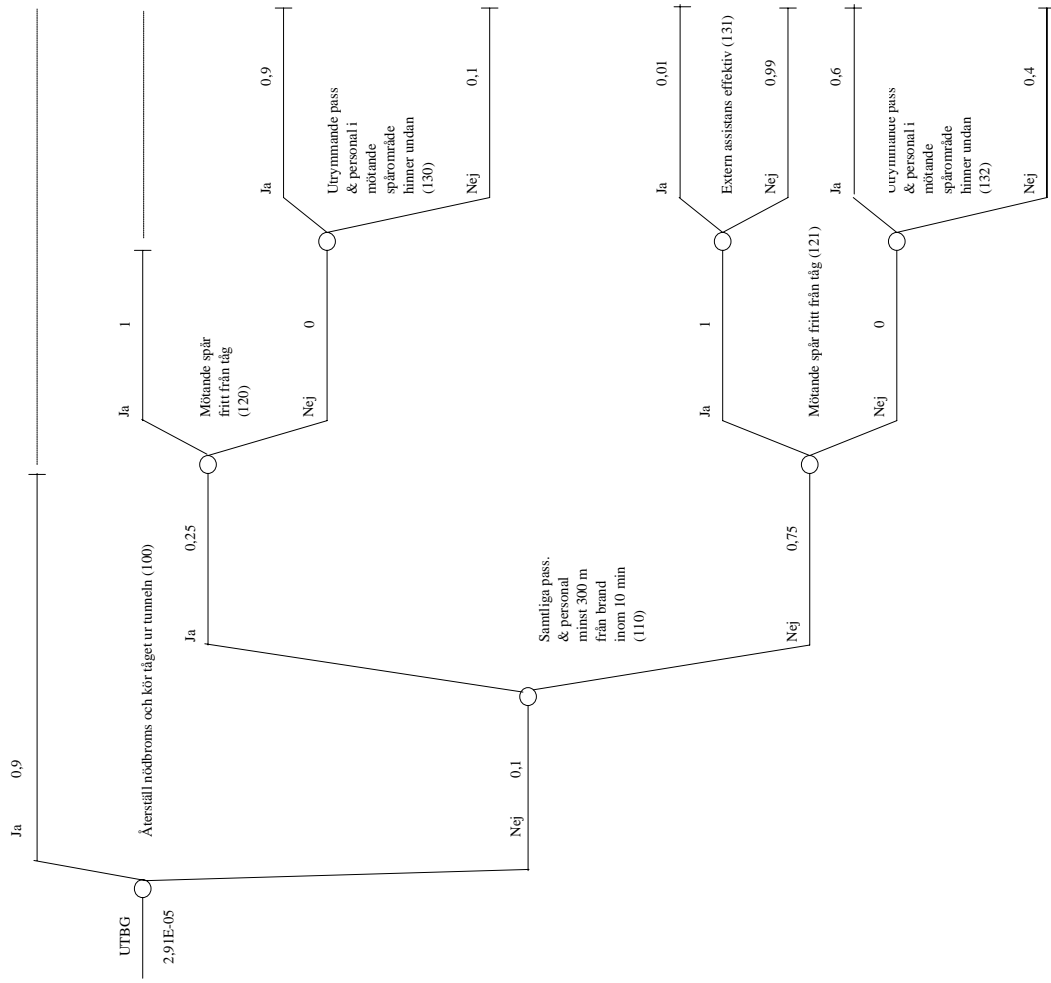


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 6,79E-05

UTBG = P2+P4 = 2,91E-05

Brand i ligg/sovvagn (B2_enket)



P1 2.62E-05

Konsekvenser
 K2: Skadade människor = P1 + P2
 K4: Flera döda = P3+P5+P7
 K5: Många döda = P4+P6+P8

2.69E-05
 2.18E-08
 2.16E-06

P2 7.28E-07

P3 0.00E+00

P4 0.00E+00

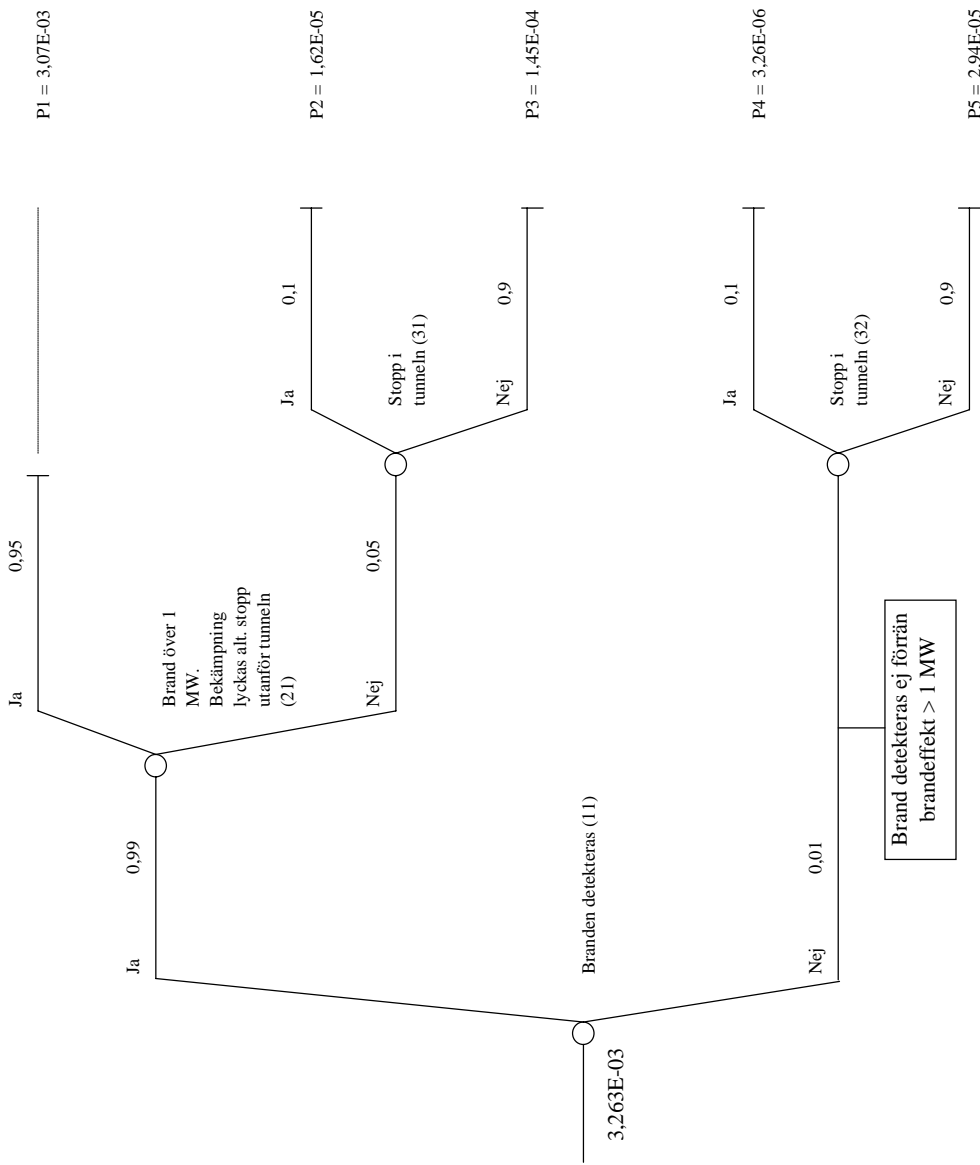
P5 2.18E-08

P6 2.16E-06

P7 0.00E+00

P8 0.00E+00

Brand i lok (B3_enkel)

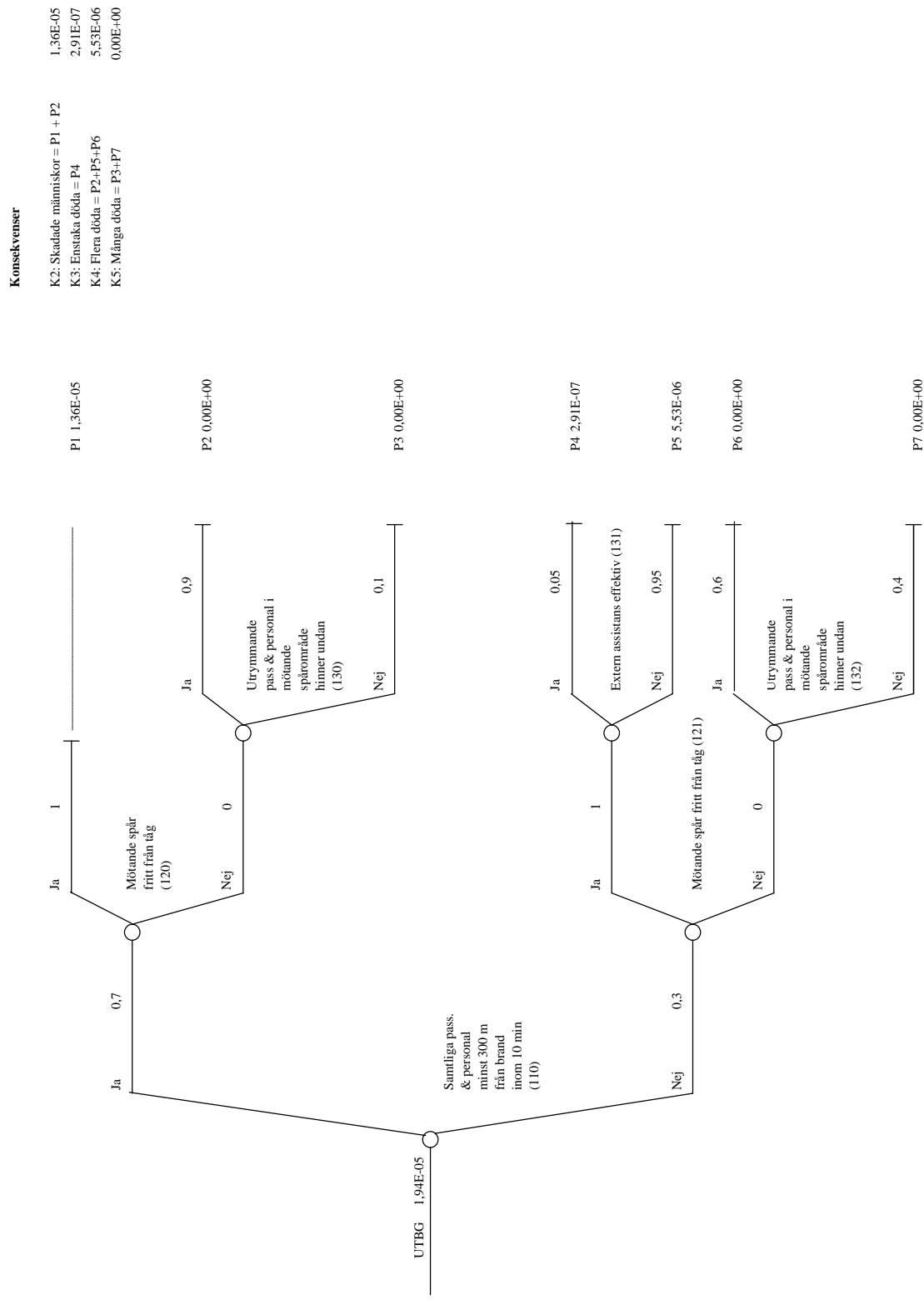


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 1,75E-04

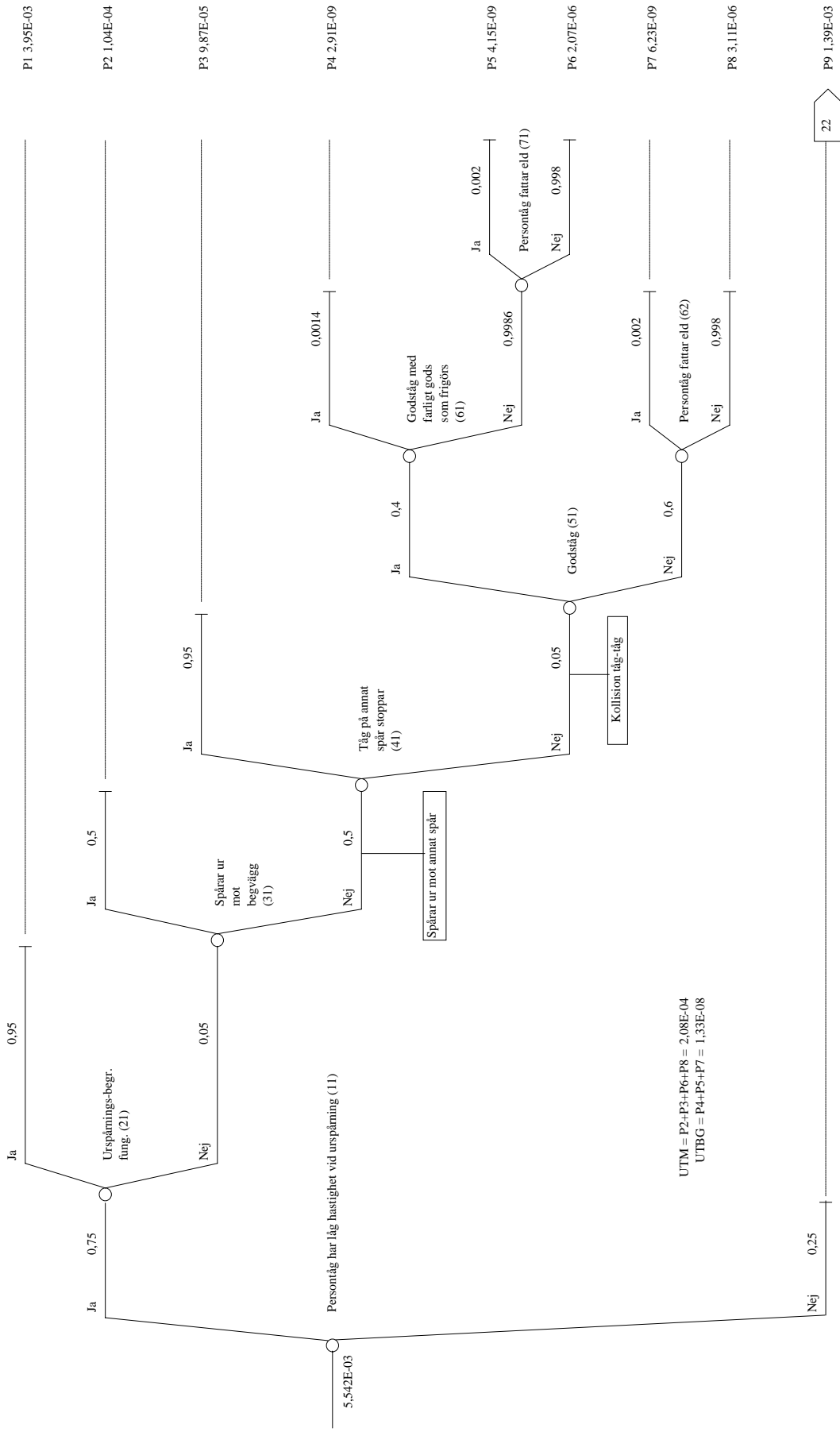
UTBG = P2+P4 = 1,94E-05

Brand i lok (B3_enkel)

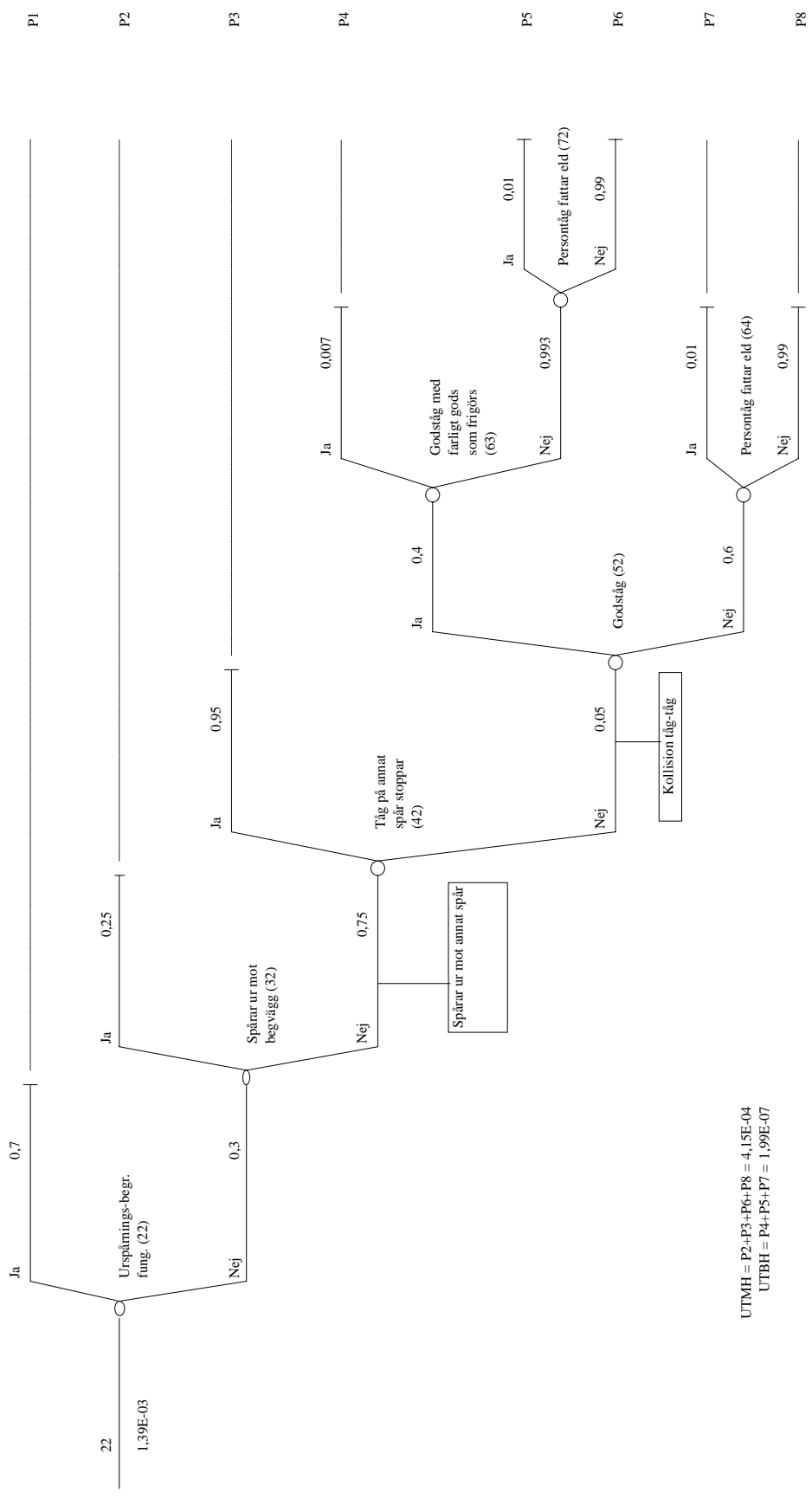


HÄNDELSETRÄD
CT DUBBELSPÅRSTUNNEL

Persontåg spårar ur (U1_dubbel)

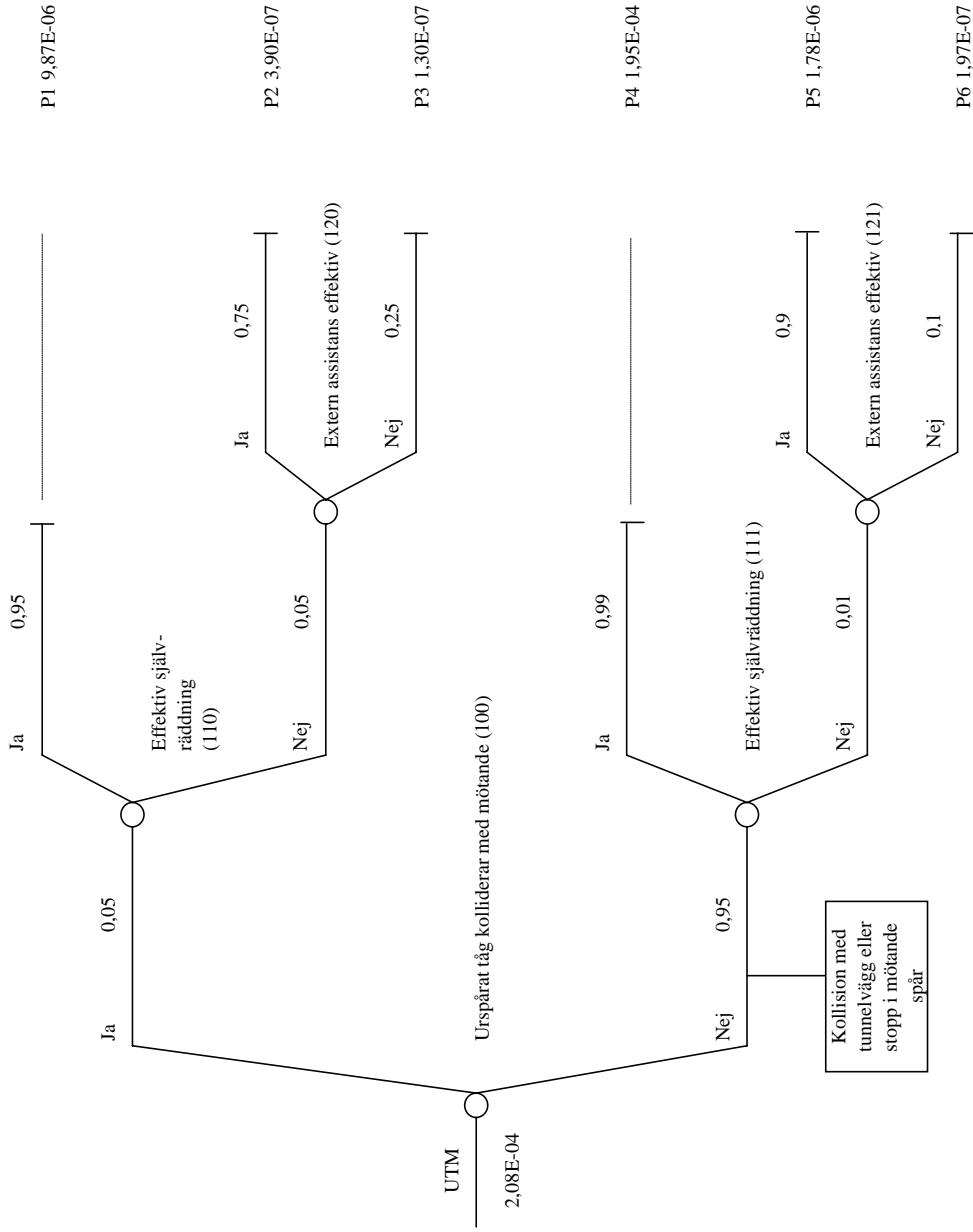


Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



UTMH = P2+P3+P6+P8 = 4.15E-04
 UTBH = P4+P5+P7 = 1.99E-07

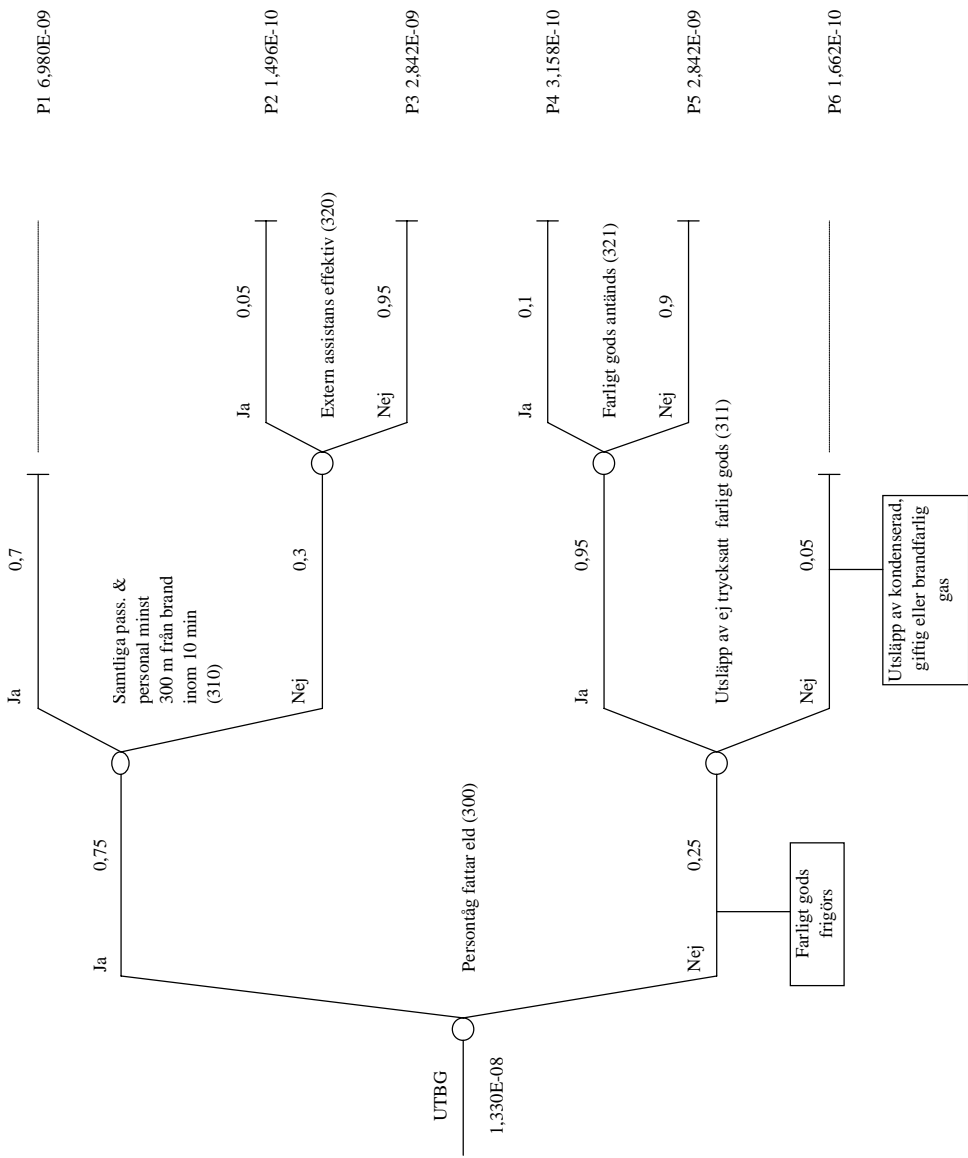
Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 2,07098E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 5,87077E-07
- K4: Flera döda = P3 1,29884E-07

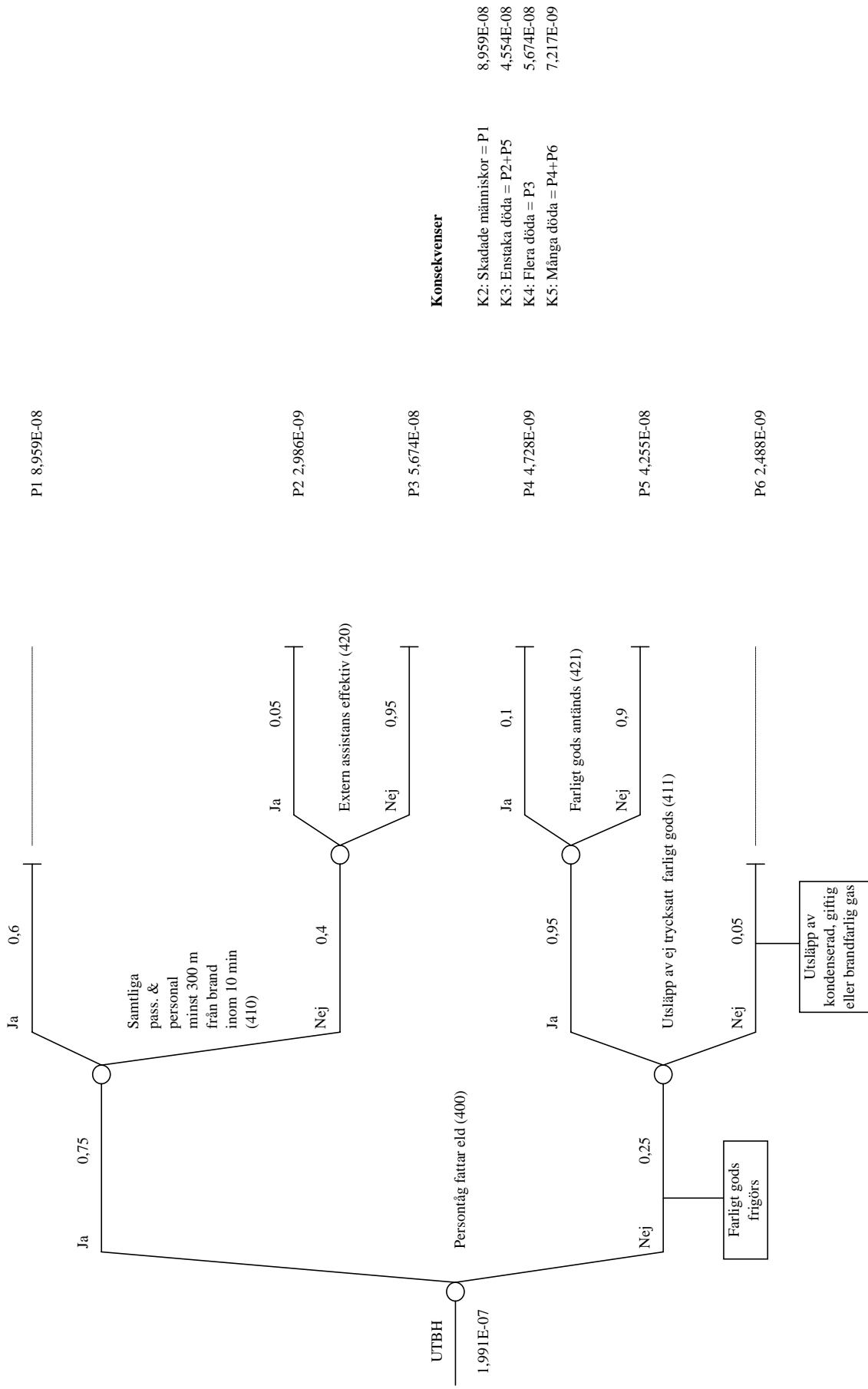
Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



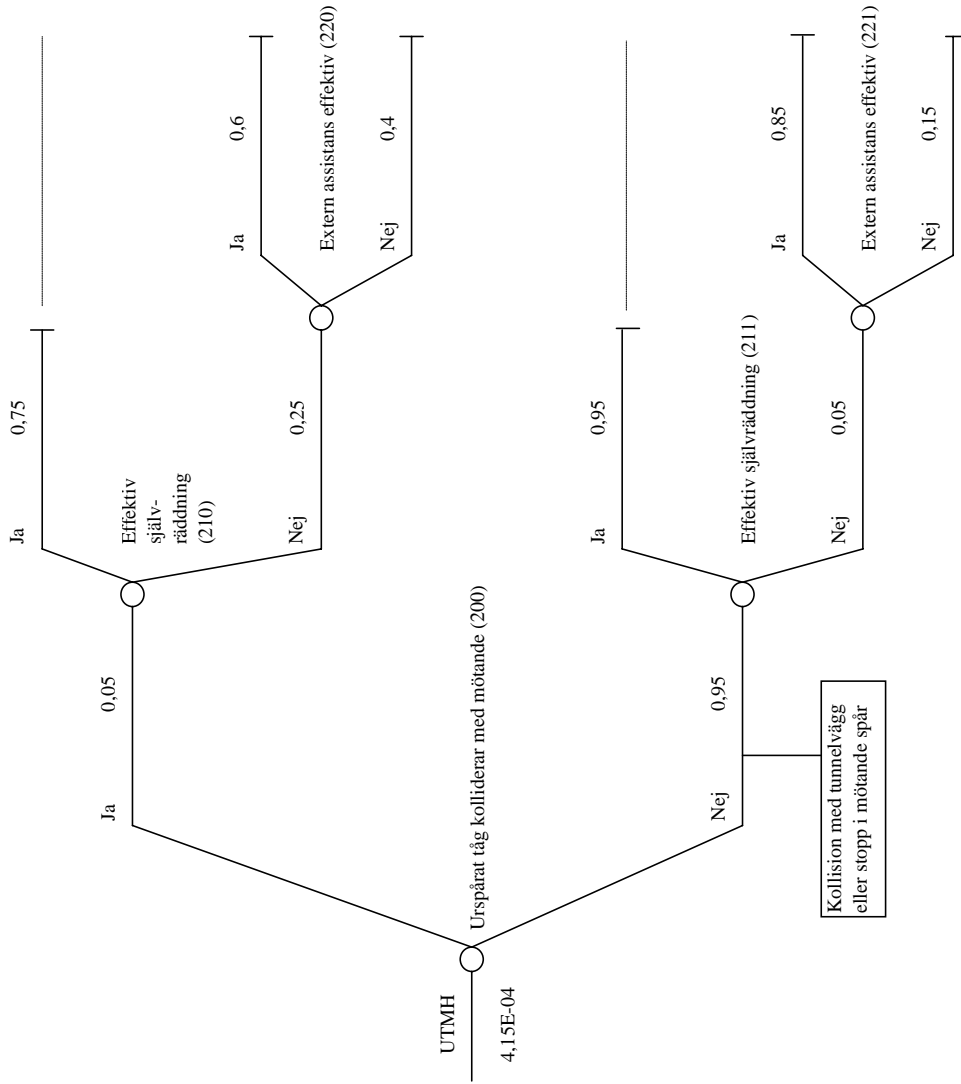
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 6,980E-09
- K3: Enstaka döda = P2+P5 2,991E-09
- K4: Flera döda = P3 2,842E-09
- K5: Många döda = P4+P6 4,820E-10

Persontåg spårar ur (U1_dubbel)



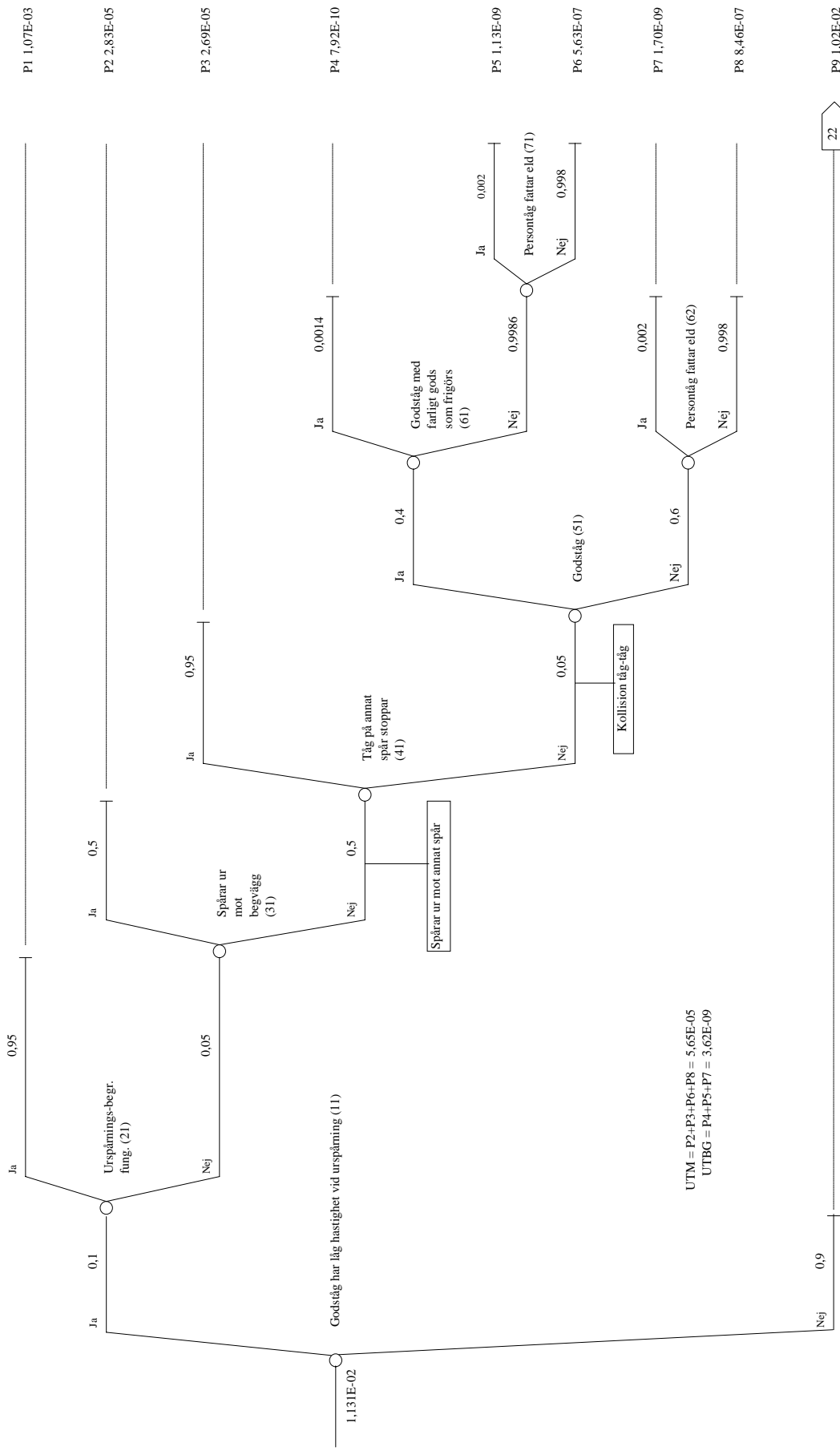
Persontåg spårar ur (UI_dubbel)



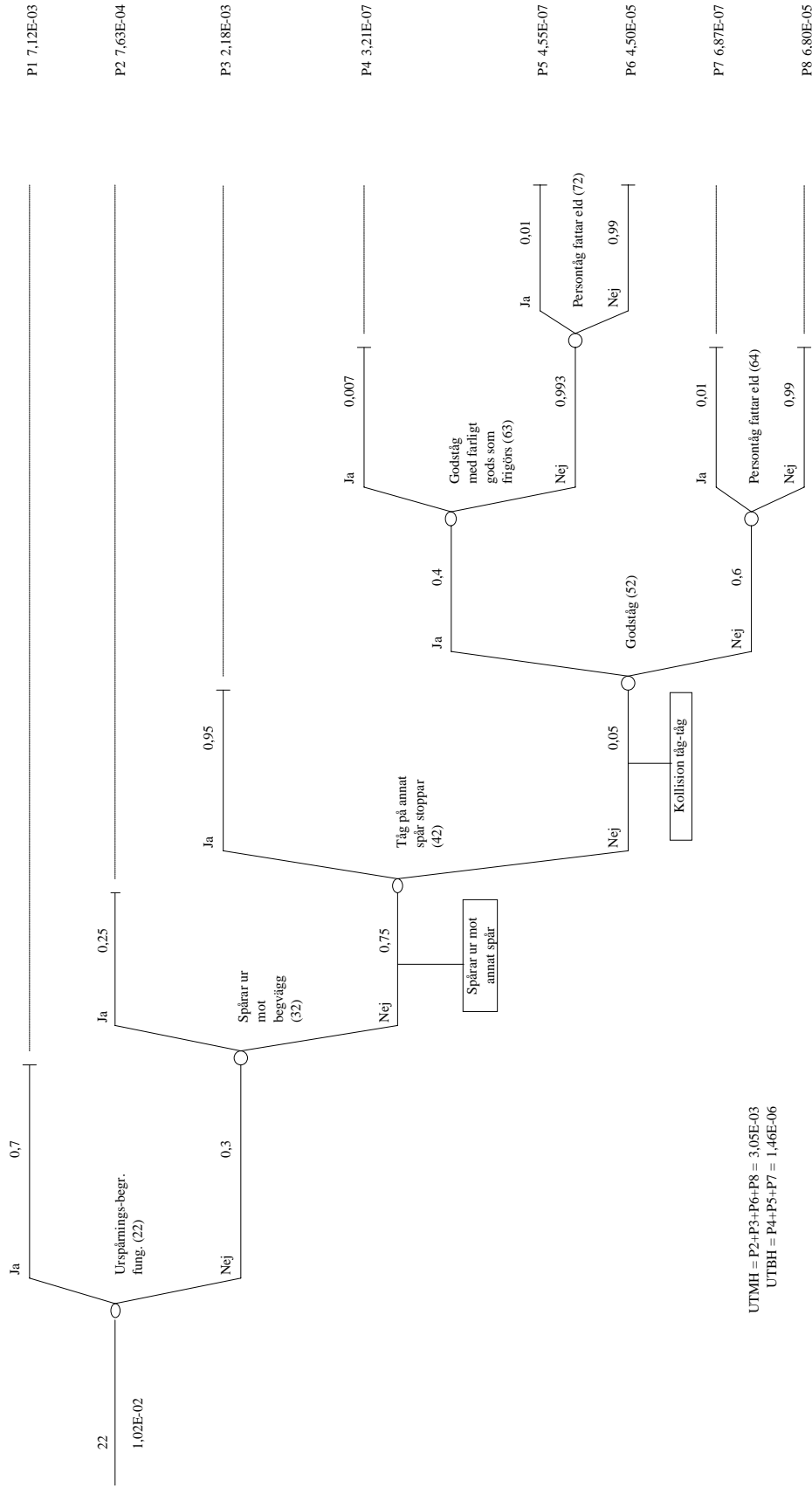
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 4,07304E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 6,07606E-06
- K4: Flera döda = P3 2,07728E-06

Godståg spärrar ur (U2_dubbel)

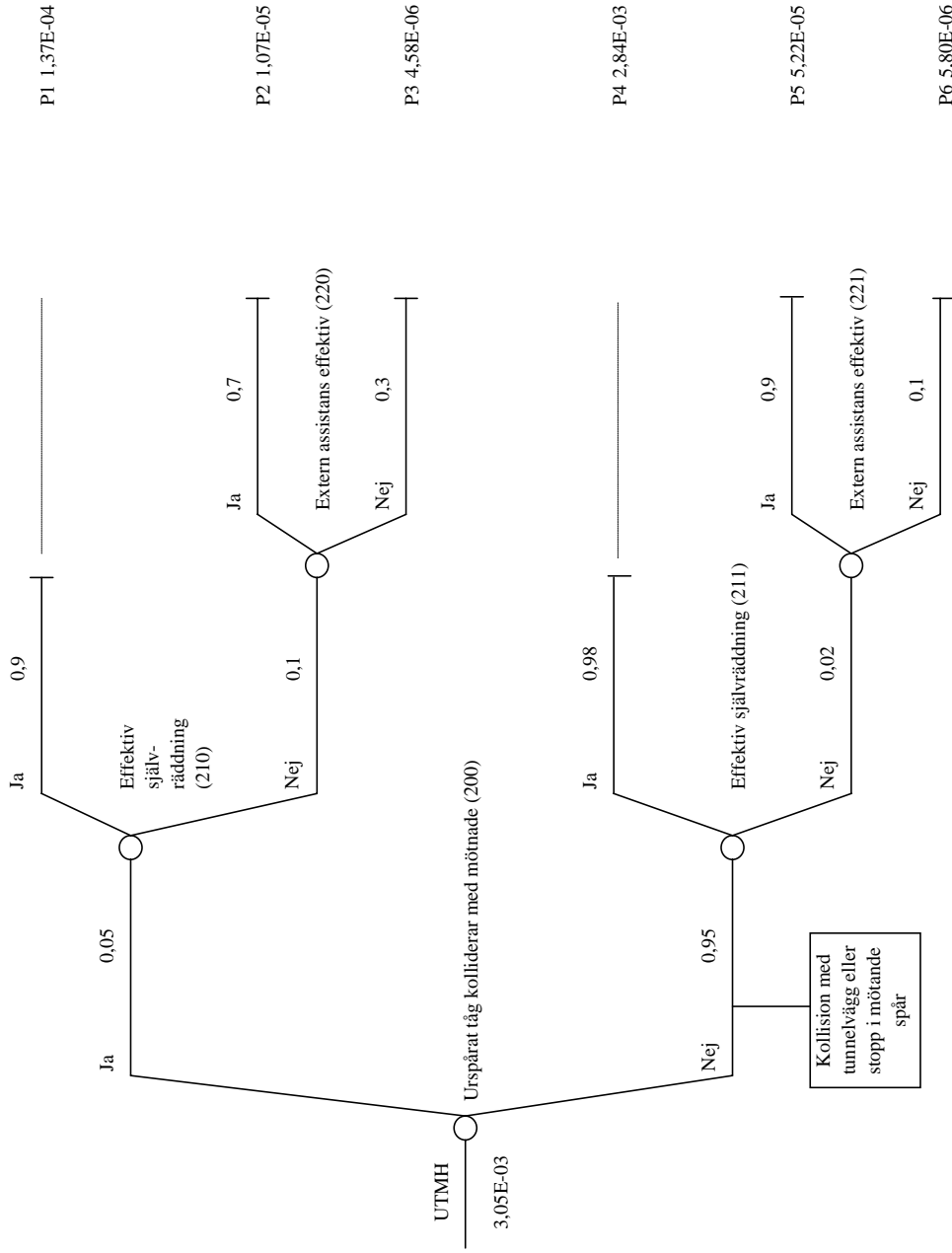


Godståg spårar ur (U2_dubbel)



$UTMH = P2+P3+P6+P8 = 3,05E-03$
 $UTBH = P4+P5+P7 = 1,46E-06$

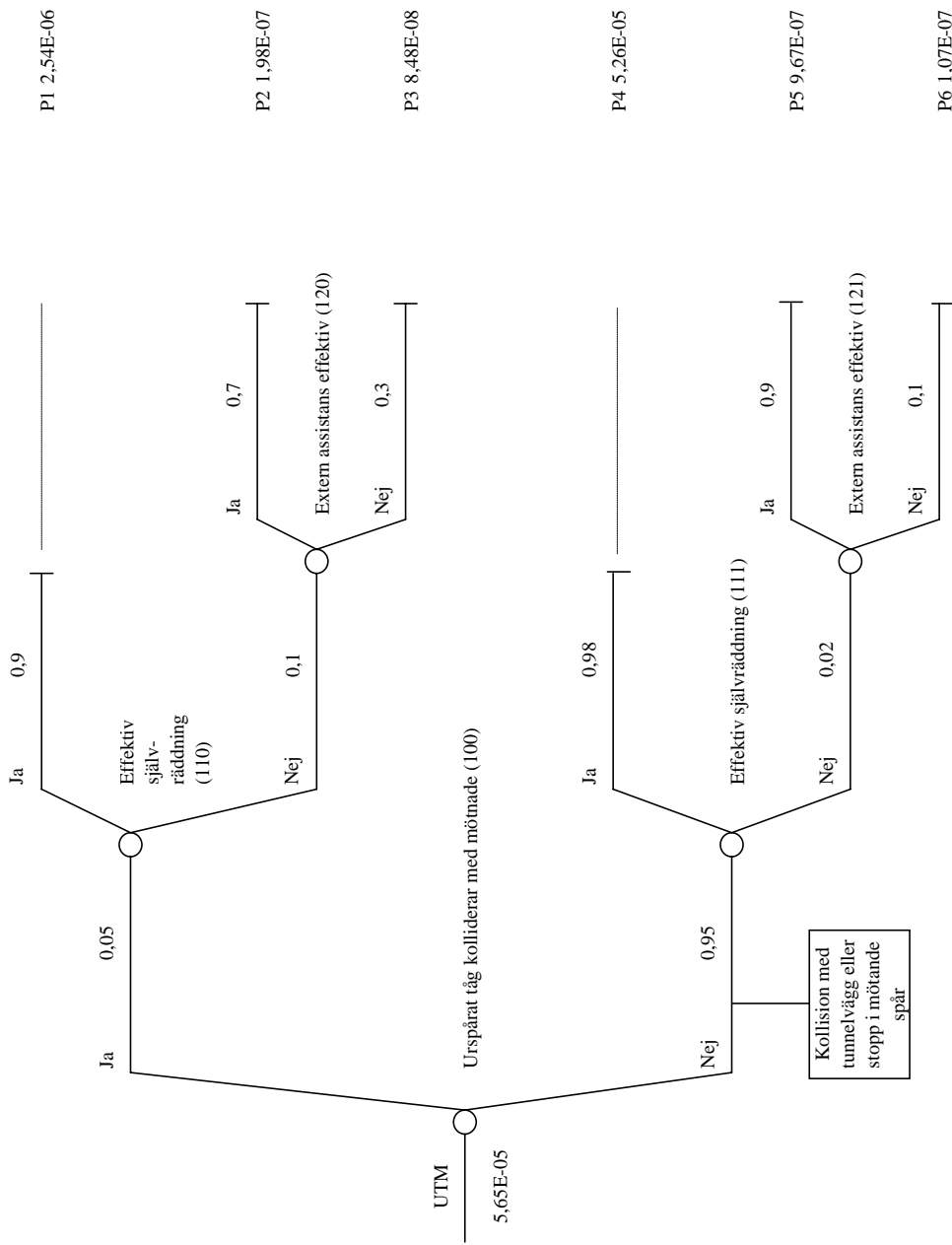
Godståg spårar ur (U2_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 3,03E-03
- K3: Enstaka döda = P2+P6 1,65E-05
- K4: Flera döda = P3 4,58E-06

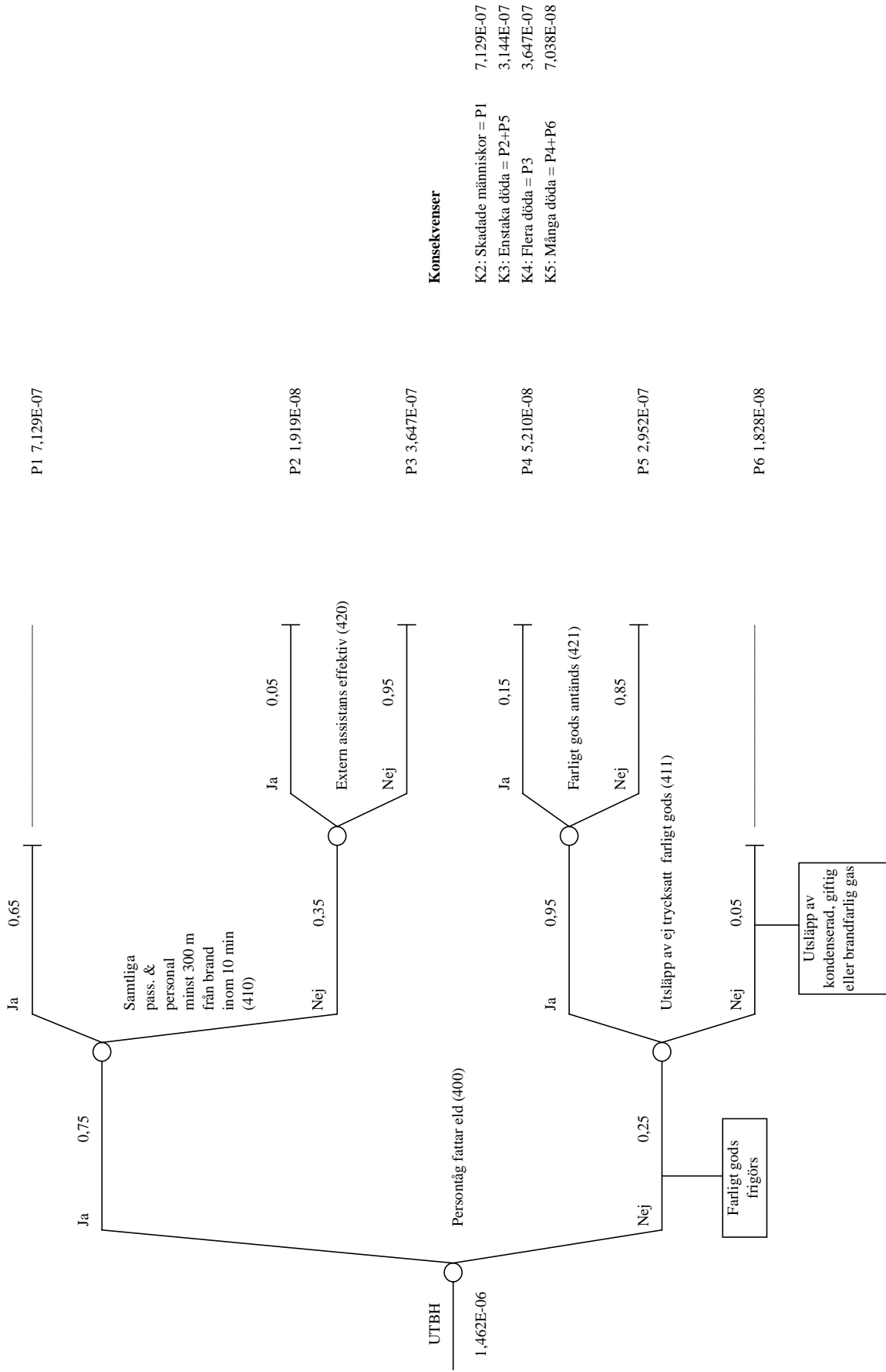
Godståg spårar ur (U2_dubbel)



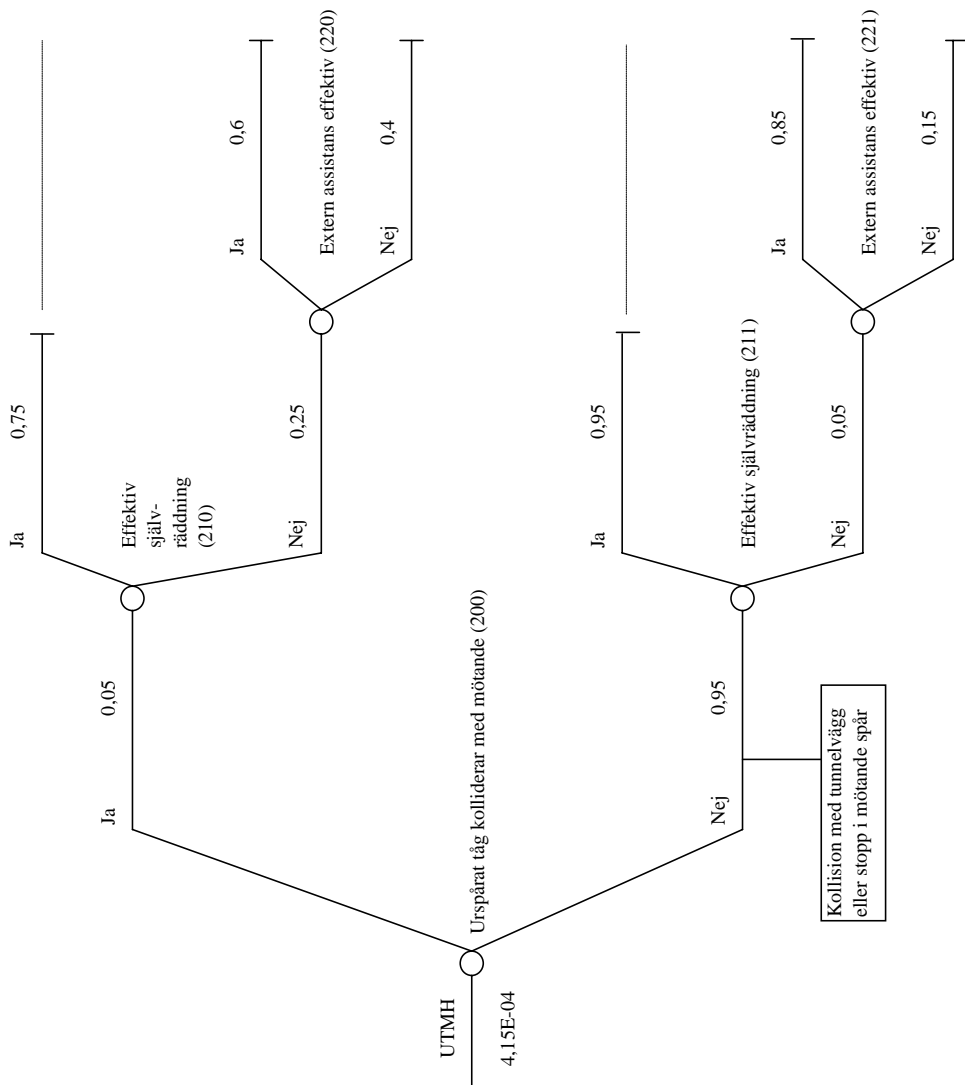
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 5,61E-05
- K3: Enstaka döda = P2+P6 3,05E-07
- K4: Flera döda = P3 8,48E-08

Godståg spårar ur (U2_dubbel)



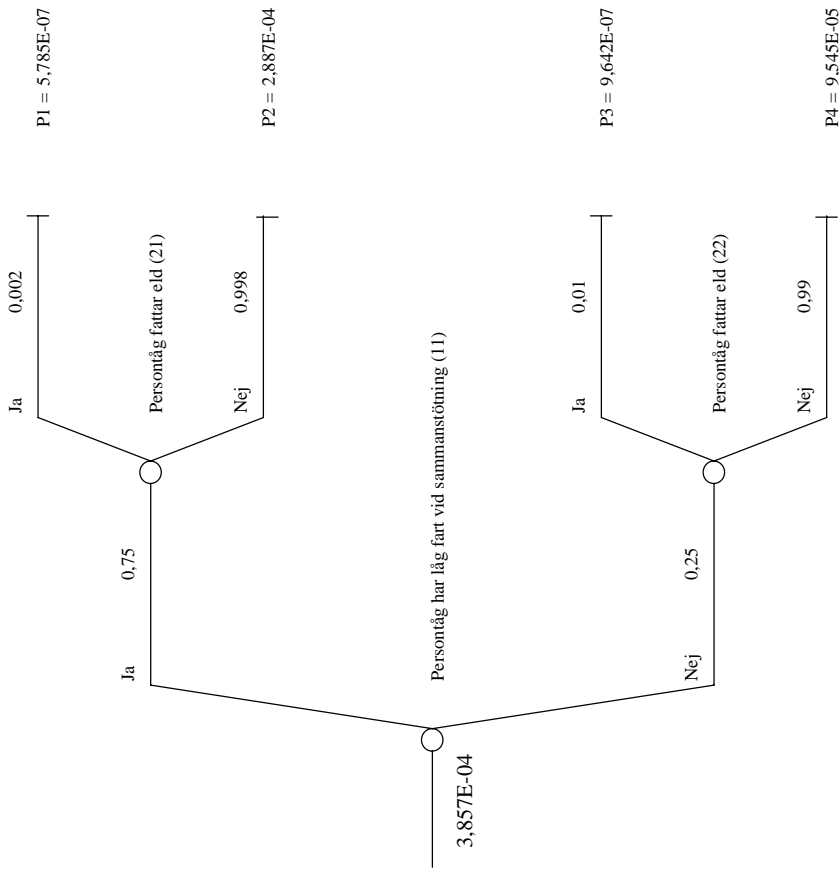
Persontåg spårar ur (UI_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1+P4+P5 4,07304E-04
- K3: Enstaka döda = P2+P6 6,07606E-06
- K4: Flera döda = P3 2,07728E-06

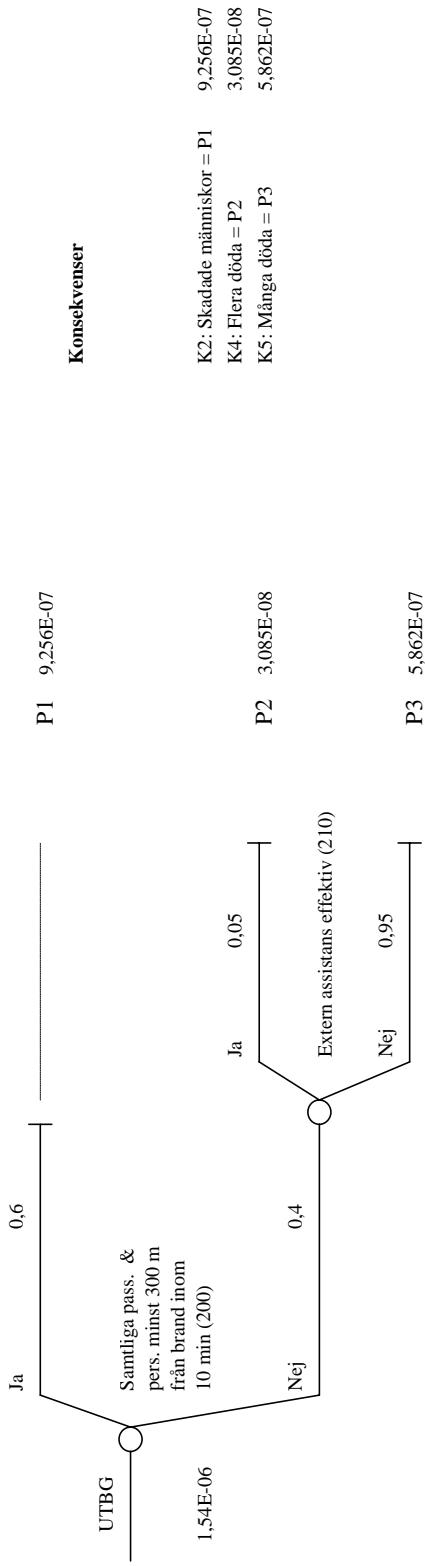
Sammanstötning Persontåg - godståg (SI_dubbel)



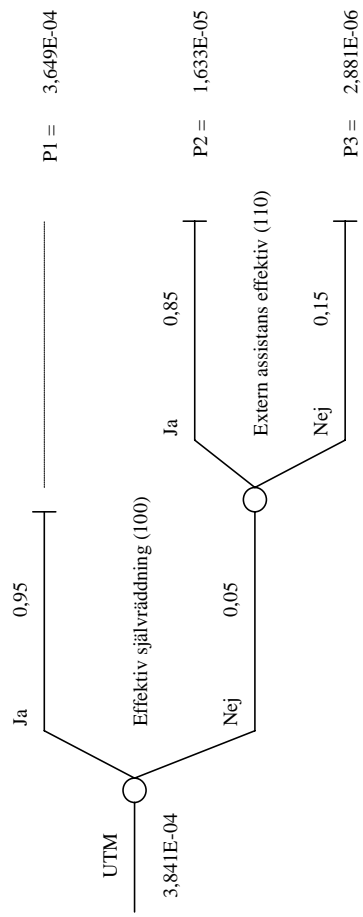
$$UTBG = P1+P3 \quad 1,543E-06$$

$$UTM = P2+P4 \quad 3,841E-04$$

Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



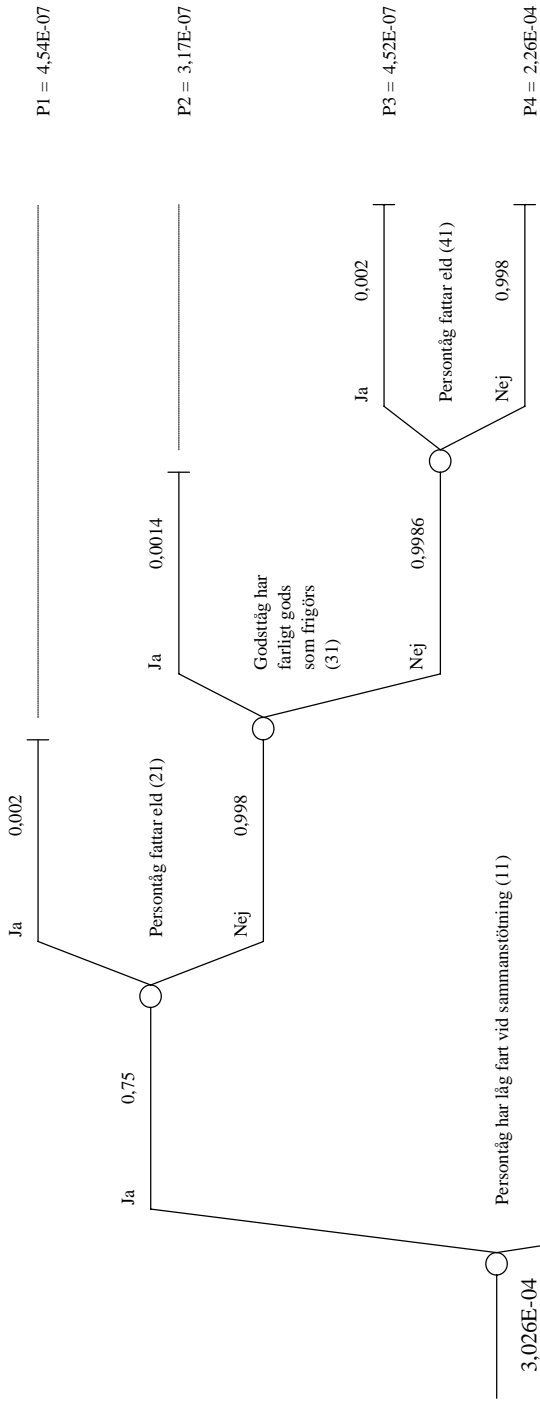
Sammanstötning Persontåg - godståg (S1_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 3,649E-04
- K3: Enstaka döda = P2 1,633E-05
- K4: Flera döda = P3 2,881E-06

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



P1 = 4,54E-07

P2 = 3,17E-07

P3 = 4,52E-07

P4 = 2,26E-04

UTBG = P1+P2+P3+P5+P6+P7 = 3,25E-06

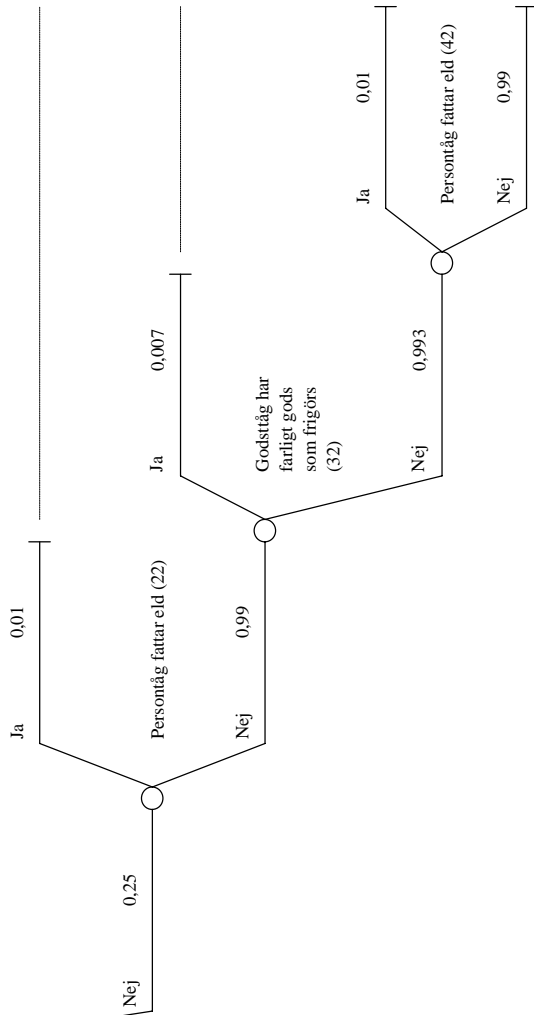
UTM = P4+P8 = 2,99E-04

P5 = 7,57E-07

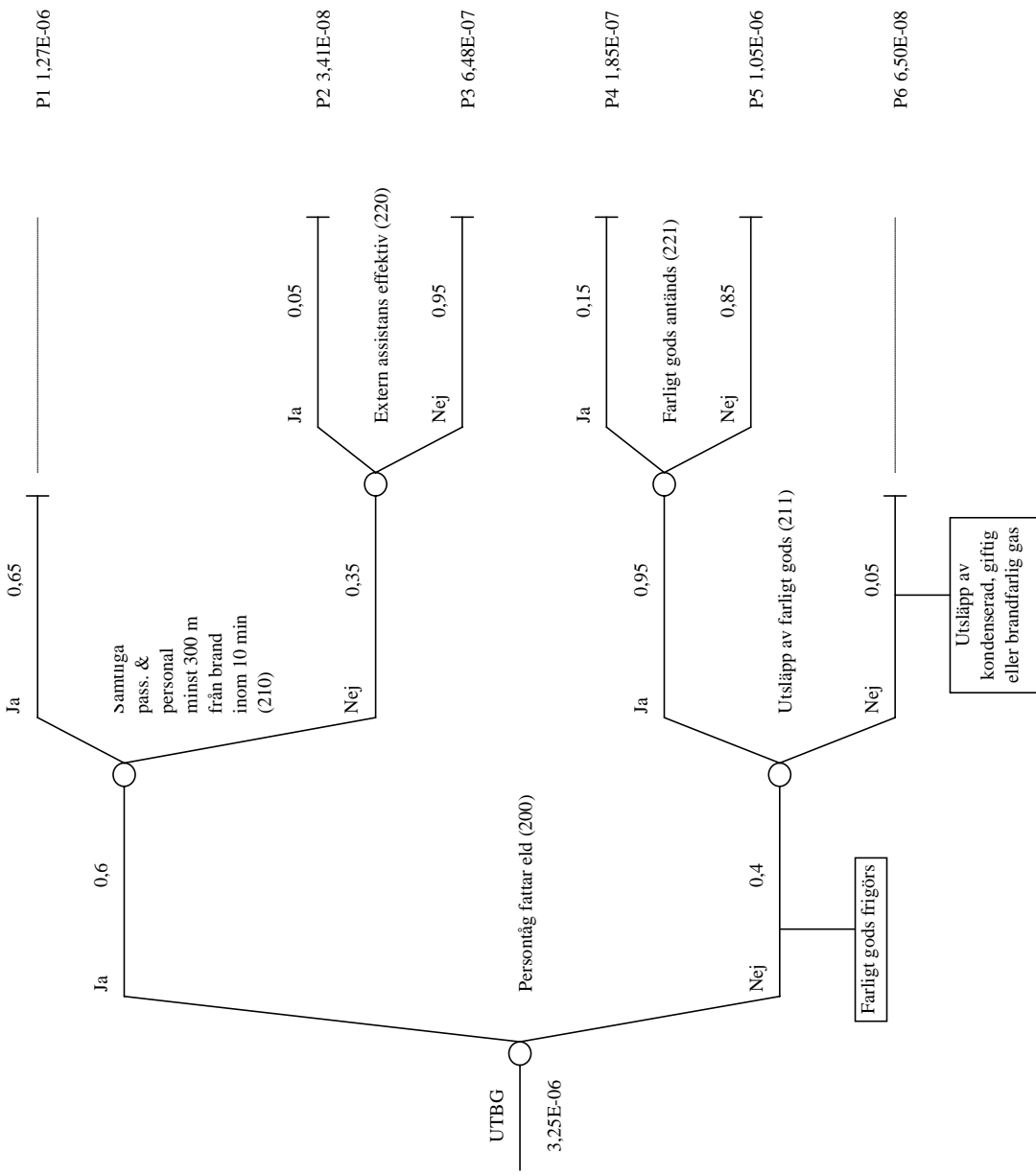
P6 = 5,24E-07

P7 = 7,44E-07

P8 = 7,36E-05



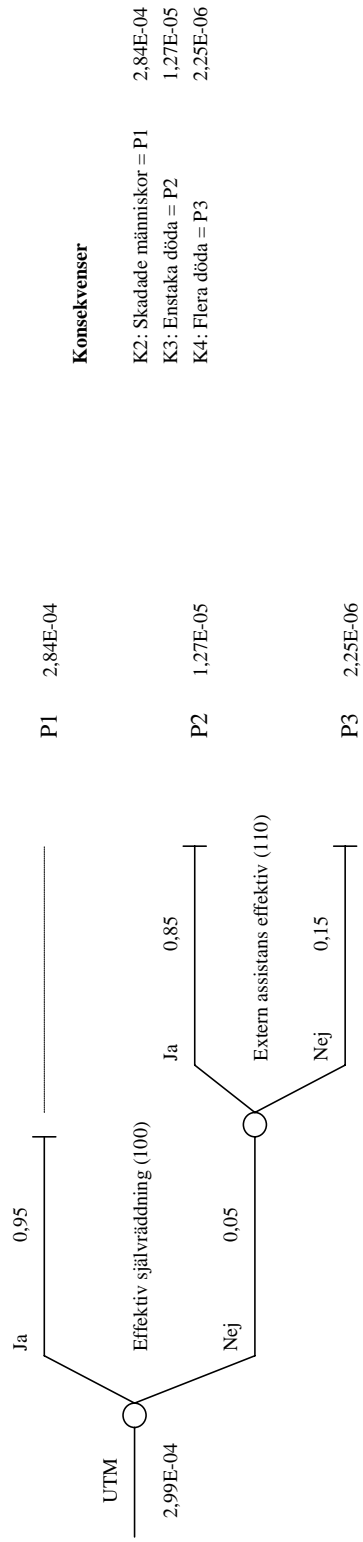
Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



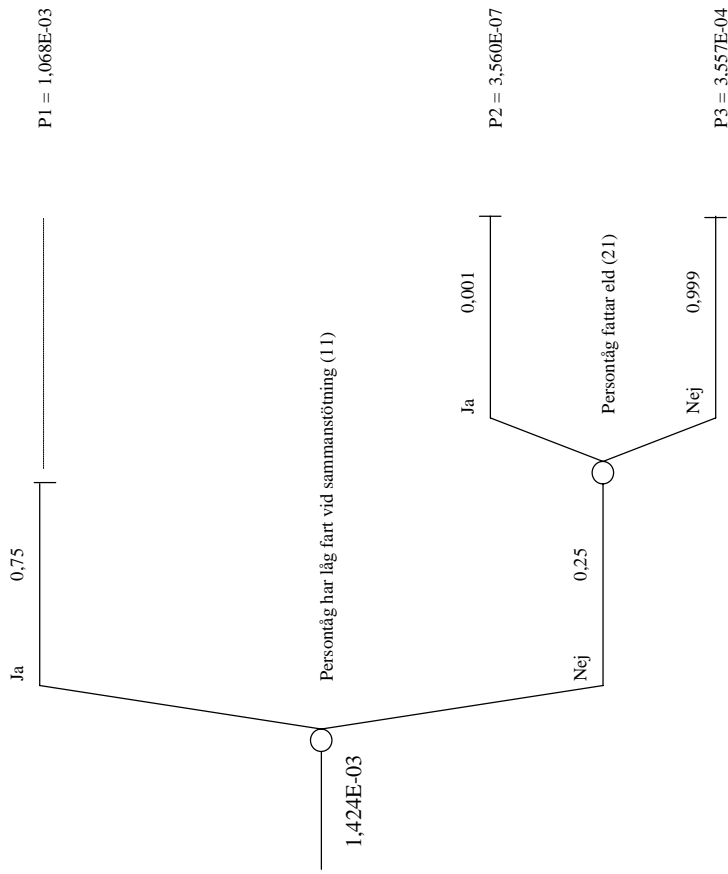
Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,27E-06
- K3: Enstaka döda = P2+P5 1,08E-06
- K4: Flera döda = P3 6,48E-07
- K5: Många döda = P4+P6 2,50E-07

Sammanstötning Persontåg - godståg (S2_dubbel)



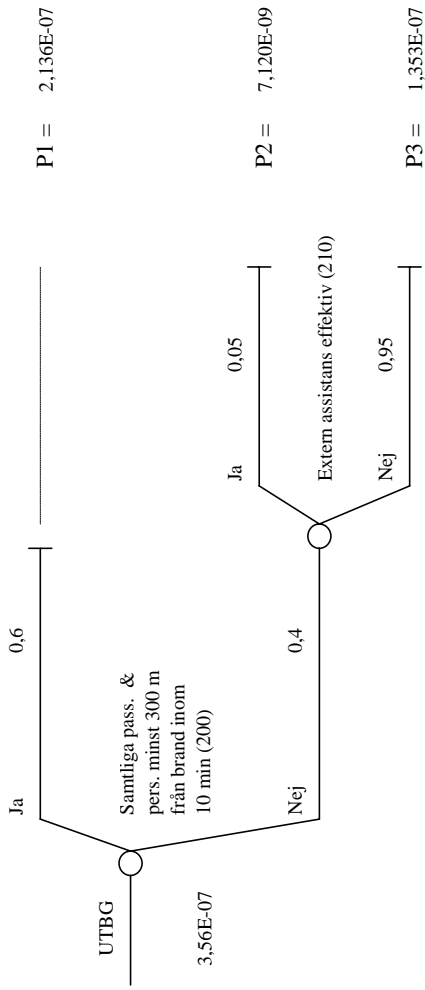
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



$$UTBG = P2 \cdot 3,560E-07$$

$$UTM = P1 + P3 \cdot 1,424E-03$$

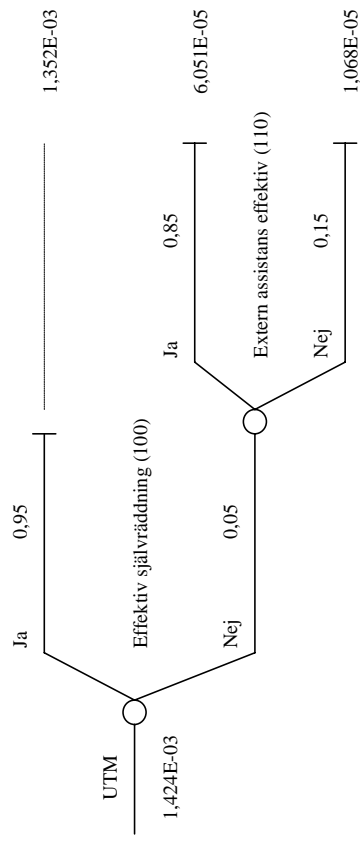
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,136E-07
- K4: Flera döda = P2 7,120E-09
- K5: Många döda = P3 1,353E-07

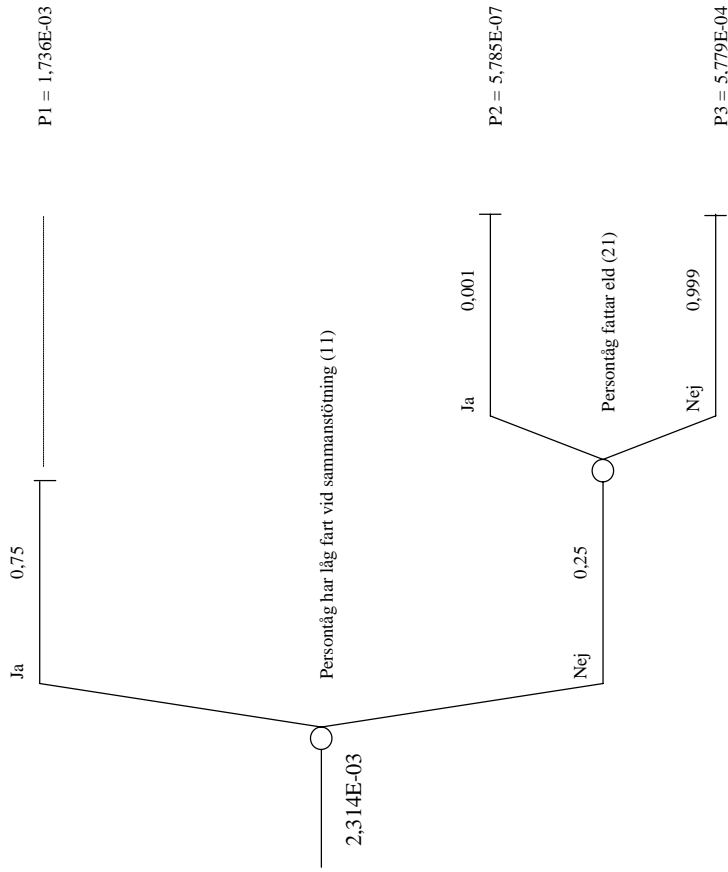
Sammanstötning Persontåg - övrigt spårbundet (S3_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 1,352E-03
- K3: Enstaka döda = P2 6,051E-05
- K4: Flera döda = P3 1,068E-05

Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)

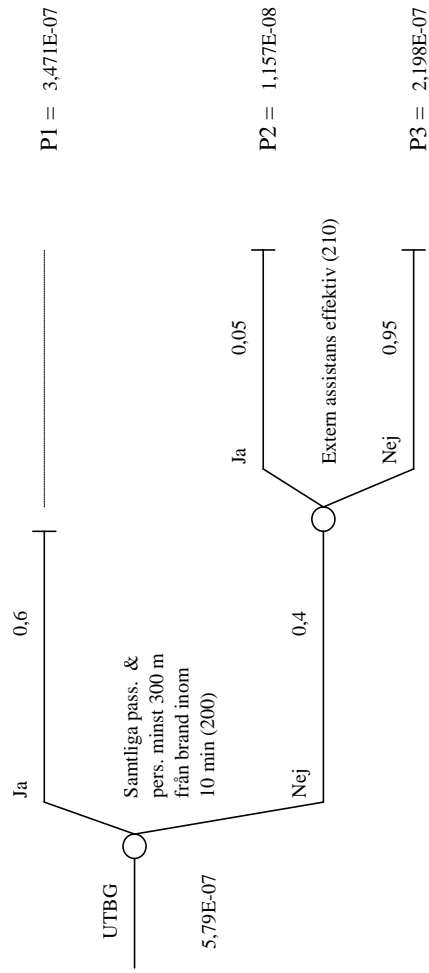


UTBG = P2 5,785E-07

UTIM = P1 + P3 2,313E-03

P8 = #Referens!

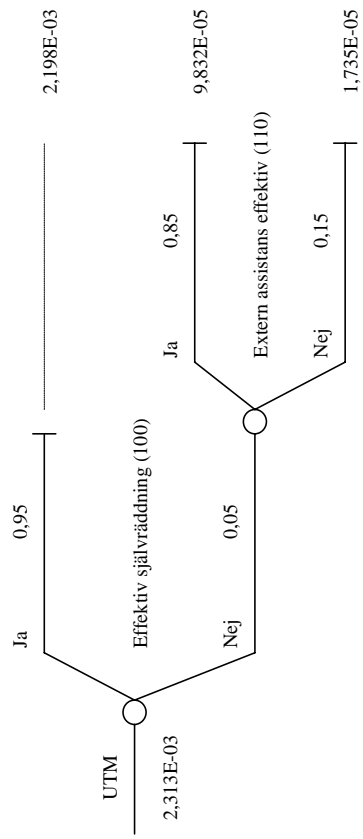
Sammanställning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 3,471E-07
- K4: Flera döda = P2 1,157E-08
- K5: Många döda = P3 2,198E-07

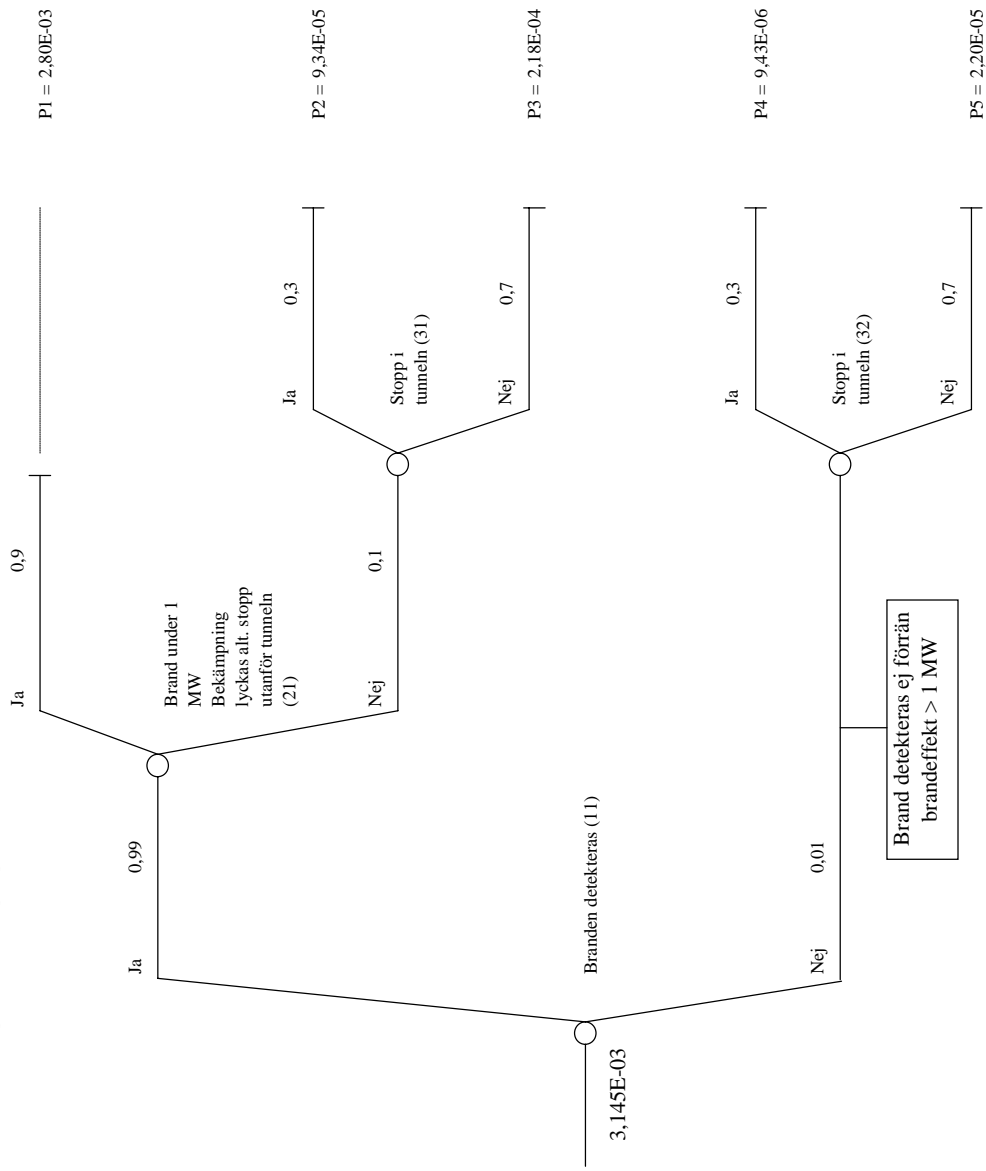
Sammanstötning Persontåg - tungt föremål (S4_dubbel)



Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 2,198E-03
- K3: Enstaka döda = P2 9,832E-05
- K4: Flera döda = P3 1,735E-05

Brand i sittvagn/restaurangvagn (BI_dubbel)

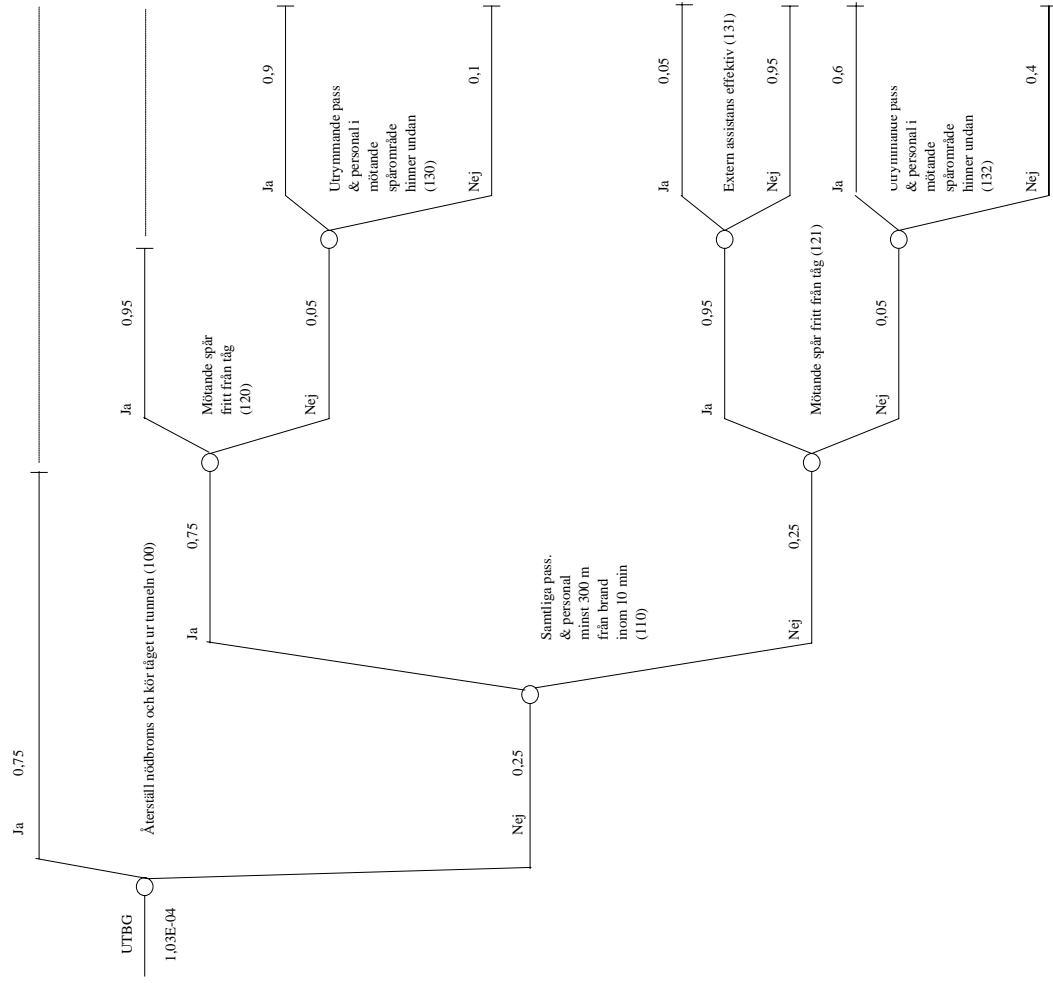


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 2,40E-04

UTBAG = P2+P4 = 1,03E-04

Brand i sittvagn/restaurangvagn (B1_dubbel)



P1 7.71E-05

Konsekvenser

- K2: Skadade människor = P1 + P2
- K3: Enstaka döda = P5
- K4: Flera döda = P3+P6+P7
- K5: Många döda = P4+P8

- 9,54E-05
- 3,05E-07
- 6,86E-06
- 2,25E-07

P2 1.83E-05

P3 8.68E-07

P4 9.64E-08

P5 3.05E-07

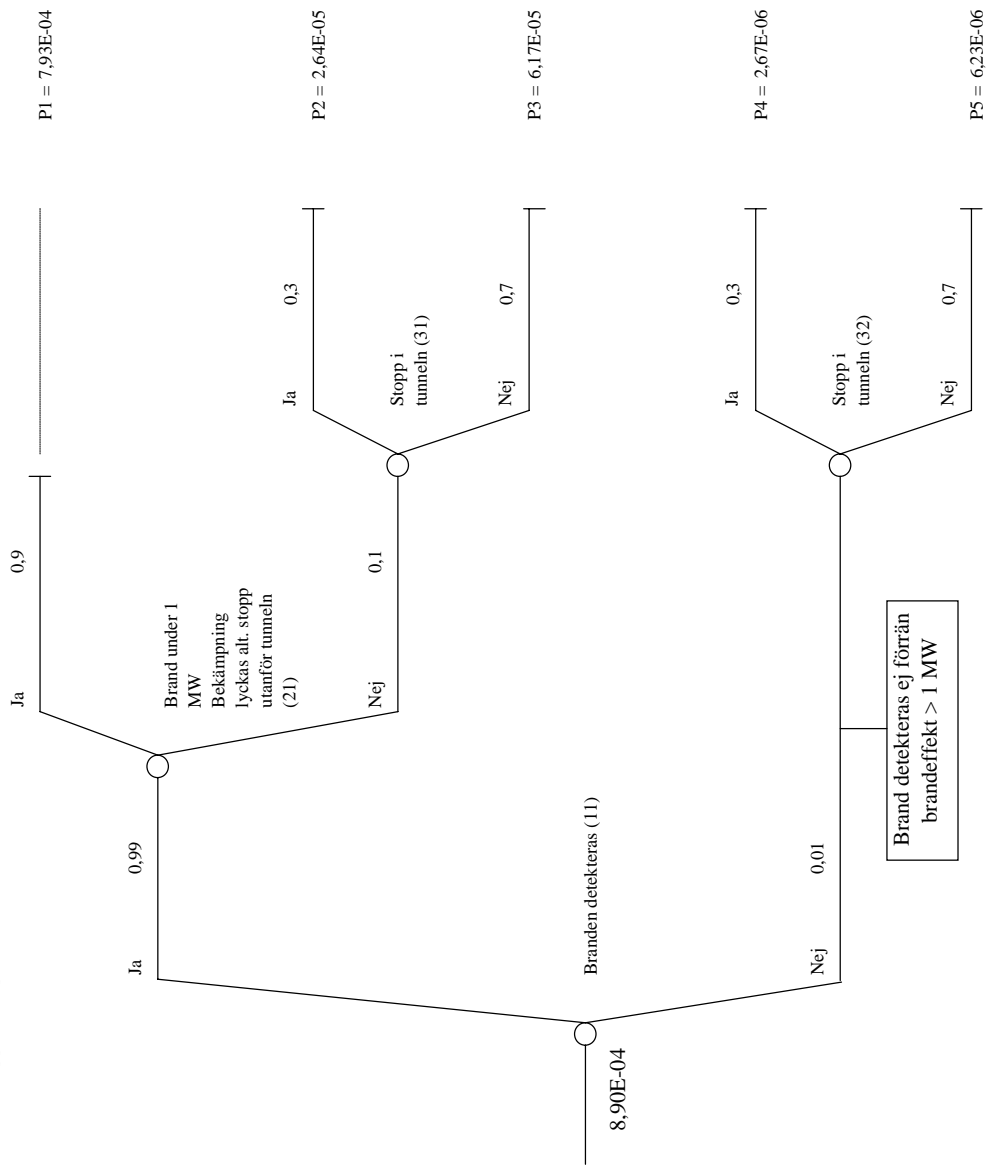
P6 5.80E-06

P7 1.93E-07

P8 1.29E-07

UTBG
1.03E-04

Brand i ligg/sovvagn (B2_dubbel)

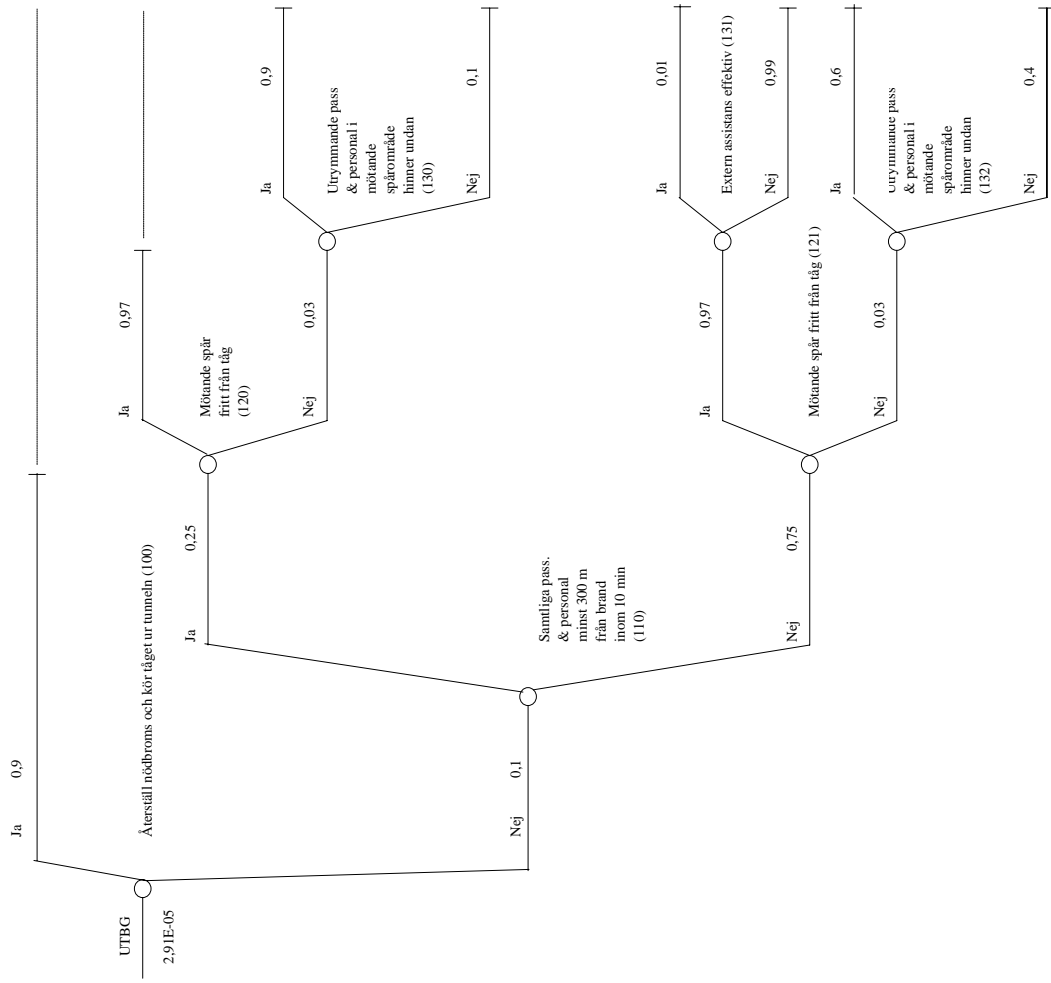


Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 6,79E-05

UTBG = P2+P4 = 2,91E-05

Brand i ligg/sovsvagn (B2_dubbel)



P1 2.62E-05

Konsekvenser
 K2: Skadade människor = P1 + P2
 K4: Flera döda = P3+P5+P7
 K5: Många döda = P4+P6+P8

2.69E-05
 8.01E-08
 2.12E-06

P2 7.06E-07

P3 1.96E-08

P4 2.18E-09

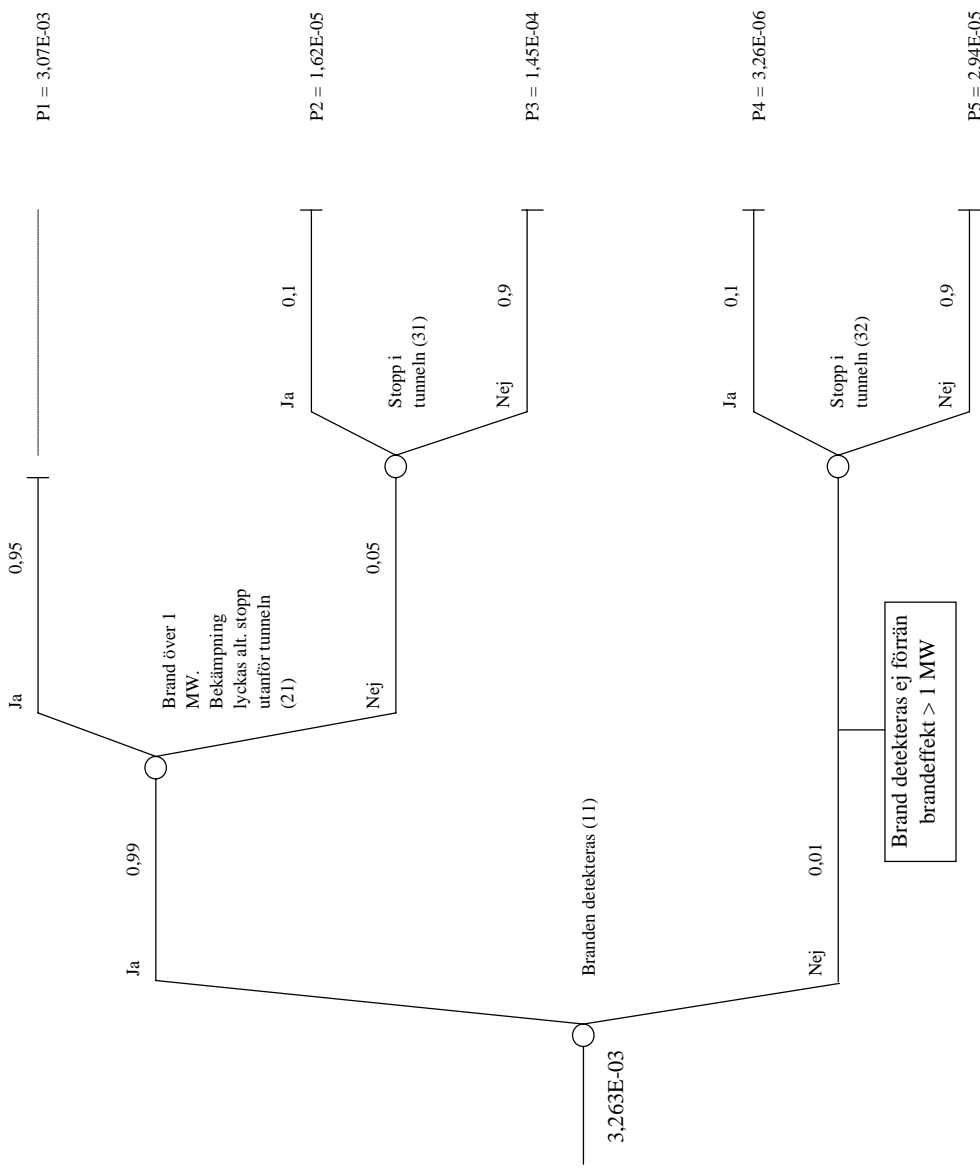
P5 2.12E-08

P6 2.10E-06

P7 3.93E-08

P8 2.62E-08

Brand i lok (B3_dubbel)



Konsekvenser

K2: Skadade människor = P3 + P5 = 1,75E-04

UTBG = P2+P4 = 1,94E-05

Brand i lok (B3_dubbel)

