

Vägbeläggningsens inverkan på brandeffekten vid tunnelbränder

Niclas von Essen

Max Faye-Wevle

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik

Lunds tekniska högskola

Lunds universitet

Rapport 5164, Lund 2004

**Vägbeläggningens inverkan på brandeffekten
vid tunnelbränder**

Niclas von Essen & Max Faye-Wevle

Lund 2004

Vägbeläggningens inverkan på brandeffekten vid tunnelbränder

Niclas von Essen
Max Faye-Wevle

Report: 5164
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB—5164--SE

Keywords

Asphalt, concrete, conecalorimeter, CFD, tunnel, fire, truck.

Abstract

The objective of this work was to examine the impact on evacuation conditions of the road surface material in tunnel fires. The road materials were tested in a conecalorimeter and the results were then used in CFD-simulations. The simulated truck fires in the tunnel were chosen in accordance with E. Paté-Cornell's Quasi Worst Case. The final result was that the road surface had no impact on the evacuation process.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2004.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds univerisitet
Box 118
221 00 Lund

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>

Telefon:046-2227360
Telefax:046-2224612

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box118
SE-221 00 Lund
Sweden

brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/English>

Telephone: +46 46 2227360
Fax: +46 46 2224612

Förord

Det här arbetet påbörjades sommaren 2004. Sommaren spenderades i Mellansverige med att insamla asfalt för de kommande försöken. Under hösten testades proverna lyckosamt nog utan att bränna ner skolan och resultaten från dessa försök användes som indata till CFD-simuleringarna. Dessa simuleringarna är tyngdpunkten i rapporten.

Detta arbete hade inte kunnat genomföras utan nedan nämnda personers experthjälp, stöd och vänliga bemötande.

Håkan Frantzich
Inge Kindbom
Ola Håkansson
Sven-Ingvar Granemark
Malin Löfsjögård
Bjarne P. Husted
Ulf Göransson

Sammanfattning

Detta arbete syftar till att beskriva hur brännbar/obrännbar vägbeläggning påverkar förhållanden vid tunnelbrand. Fokus har legat på att undersöka asfaltens brandegenskaper och dess inverkan på den tillgängliga utrymningstiden.

Nitton olika prover testades för att utreda brandegenskaperna för asfalt och betong. Försöken utfördes i en konkalorimeter och resultaten användes som indata i vidare CFD-simuleringar. Två olika scenarion användes vid simuleringarna. I det första var initialbranden en lätt lastbil och i den andra en trailerlastbil.

Resultaten från simuleringarna visade att utrymningstiden inte är beroende av vägbeläggningen på grund av asfaltens sena antändning. Enda gången en brännbar vägbeläggning blir avgörande för utrymningstiden är när branden är precis under den nivå som krävs för att kritiska förhållanden skall inträffa och då blir asfaltens effekttillskott droppen som får bågaren att rinna över.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	3
1.1. Bakgrund.....	3
1.2. Syfte.....	5
1.3. Frågeställning.....	5
1.4. Avgränsningar.....	5
2. Metod.....	7
3. Beskrivning av rapportens nyckeldelar.....	9
3.1. Val av scenarier.....	9
3.2. Genomförande av försök.....	10
3.3. CFD.....	11
3.4. Analyskriterier.....	12
4. Försök.....	13
4.1. Försöksuppställning.....	13
4.2. Avgränsningar.....	17
4.3. Utförande.....	18
4.4. Utdata.....	18
4.5. Felkällor.....	19
5. Simulering CFD.....	21
5.1. Avgränsningar.....	21
5.2. Indata.....	21
5.3. Observationer / Utdata.....	23
5.4. Felkällor.....	26
6. Analys.....	27
6.1. Skillnad i förhållanden.....	27
6.2. Felkällor.....	28
7. Diskussion.....	29
8. Slutsatser.....	31
9. Referenser.....	33
10. Bilagor.....	35
A. Betongrecept.....	35
B. Antändningstemperatur.....	36
C. Effektkurvor.....	40
D. Yttemperatur betongförsök.....	42
E. Exempel: Genomgående konservativ beräkning.....	43
F. Indatafiler till FDS.....	44
G. TUKT.....	56

1. Inledning

De senaste åren har ett antal allvarliga bränder i vägtunnlar inträffat t.ex. St. Gotthard och Mont Blanc tunnarna (Anderberg, 2003). Dessa olyckor hade inte orsakat samma förödelse om de inträffat ute i det fria. Detta på grund av att brandgaserna från branden samlas och leds längs taket i tunneln. Strålningen från de heta brandgaserna kommer därför att generera kraftig brandspridning vilket orsakade omfattningen på dessa katastrofer. Olyckorna har på grund av sin förödelse uppmärksammat behovet av ökat säkerhetstänkande och forskningen inom området. En fråga som väckts i Europa är vägbeläggnings inverkan på bränderna, (Noumowe, 2002). I efterarbetet av de tidigare nämnda olyckorna upptäcktes att stora delar av vägbeläggnings hade förbränts och att forskningen inom detta område var praktiskt taget obefintlig.

Detta projekt skall försöka svara på en av frågorna angående tunnelbränder nämligen: har brännbar/obrännbar vägbeläggning någon inverkan på utrymnings säkerheten?

I Stockholm skall 2005 Norra Länken börja byggas vilket kommer att bli Sveriges modernaste tunnel. När Norra Länken är färdig kommer den inkorporera det senaste inom säkerhetstänkandet. För att undersöka om den nyväckta frågan om vägbeläggnings valdes att simulera med Norra Länkens dimensioner (Sandman, 2004).

Det som i dagligt tal benämns som *asfalt* heter egentligen *asfaltbetong*. Historiskt var asfalt själva bindemedlet, bitumen. Dock när asfalts nämns i denna rapport är det asfaltbetong som menas och inget annat.

1.1. Bakgrund

Detta arbete bottenar i ett intresse att bättre förstå bränder i tunnlar och hur dessa påverkar utrymningsförhållandena. För att öka förståelsen angående tunnelbränder gjordes en inledande studie om tunnelbrandshistorik och forskning inom området. Denna visade att det har skett många allvarliga bränder i tunnlar med dödlig utgång, nedan finns en kort beskrivning av ett antal av dessa händelser.

Mont Blanc

Tunneln går mellan Frankrike och Italien genom Mont Blanc massivet och har en sträckning på 11,6 km. Den är borrarad genom berget med en genomsnittlig lutning på 2,4 % och dess bredd är 8,6 m. Fordonstrafiken är dubbelriktad dvs. det är en enkeltunnel utan räddningstunnel, dock finns brandgasventilering. Vid händelse av brand finns säkra tillflyktszoner var 300:e meter, dessa ger ett skydd mot brand i två timmar. Sedan 1965 har det inträffat 17st lastbilsbränder varav fem stycken krävde insatts från räddningstjänsten. Den mest allvarliga var 1999 då en lastbil fattade eld som spred sig till lasten och sedan vidare till bakomvarande fordon, även vägbeläggnings på körbanan bidrog till den. Branden fick ett snabbt förlopp och det tog 10 minuter att rökfylla 900 m av tunneln. Det tog 53 timmar innan branden var släckt och 36 fordon blev förstörda samt att 38 personer miste sina liv, 29 personer i sina fordon och nio stycken som lämnat sina fordon. En bidragande orsak till de allvarliga konsekvenserna var att brandgasventileringen var underdimensionerad. Efter denna tragiska olycka förändrades tunnelns utformning.

St. Gotthard

Tunneln har en sträckning på 17 km och länkar samman de två Kantonerna Uri och Ticino i Schweiz. Trafiken i tunneln är dubbelriktad och det finns en räddningstunnel. Tunneln är relativt ny och invigdes i september 1980. När Mont Blanc tunnel stängdes efter olyckan 1999 fick St. Gotthard ta emot en del av den stängda tunnelns trafik. Tunneln trafikerades som mest av 19 000 fordon per dygn. Tidigt en förmiddag den 24 oktober 2001 frontalkrockade två lastbilar ca en kilometer från den södra öppningen. Branden spred sig snabbt till ett stort antal andra fordon. De monetära och humanitära skadorna blev omfattande. Till exempel dog 11 personer i branden som varade i 20 timmar och 250 meter av tunneltaket rasade in.

Tauerntunneln

Tunneln finns i Österrike och har en sträckning på 6,4 km, det är en borrad enkelrörstunnel med en diameter på 10,5 m. Det vill säga att fordonstrafiken är dubbelriktad. I tunneln finns ett betongtak upphängt tre meter från högsta punkt, i detta utrymme finns ventilationen. Olyckan skedde tidigt på morgonen den 29 maj 1999. Dagen då olyckan skedde var det ett vägarbete i tunneln som gjorde att ena körfältet var spärrat. Det bildades köer då det fanns trafikljus som släppte förbi den växelvis enkelriktade trafiken. En lastbil som inte observerat att framförvarande bilar stannat för rött kör rakt i dessa och ett antal bilar krossas mellan denna lastbil och en annan lastbil. De krossade bilarna fattar eld och sprider sig snabbt till andra fordon. Detta är en klassik upphinnande olycka. Konsekvenserna av branden blev 12 döda och 80-talet skadade samt att 22 fordon förstördes på en sträcka av 500 m.

Forskningen om hur vägbeläggningen inverkar på bränder i tunnlar kan sägas vara bristfällig. En enda rapport är allt som har hittats i detta område. Rapporten *Characterisation of asphalt exposed to high temperature: Application to fire case of asphalt pavement* är författad av Albert Noumowe som verkar vid Université de Cergy Pontoise i Frankrike. Sökningen efter rapporter har skett med hjälp av Malin Löfsjögård, Cement och Betong Institutet, som utför ett teoretiskt forskningsprojekt inom detta område.

Rapporten av Noumowe (2002) redovisar resultat från försök med asfalt och betong. Testen gick till på följande sätt. Provbiter utsattes för en temperaturökning enligt ISO-brandkurvan. Ingen gnisttändare användes utan proven fick självantända. Resultatet från försöken visade att asfalten antände från 428°C till 530°C och att asfalten har högt energiinnehåll.

Det visade sig att resultaten från Noumowes (2002) rapport inte kan användas som underlag till den här rapporten på grund av ett antal orsaker. För det första utförs inte testerna på de premisserna som gäller för en tunnelbrand. Till exempel vid en tunnelbrand utsätts normalt vägbeläggningen för en kraftig strålning uppifrån och det finns alltid närvaro av nedfallande glödande/brinnande partiklar. Ett annat problem var att det endast utfördes fyra försök som dessutom inte hade samma geometri och storlek. Därför kunde inga Noumowes (2002) resultat användas förutom att ge en ledtråd till när antändning sker.

1.2. Syfte

Syftet med detta projekt är att utröna om vägbeläggningen inverkar på förhållandena vid tunnelbränder i utrymningskedet. Fokus ligger på att utreda hur mycket brännbar vägbeläggning kommer att bidra till den totala förbränningen och förändringen av utrymningsförhållandena.

Om stora skillnader upptäcks kommer förslag att ges på det bästa vägbeläggning i tunnlar ur brandsynpunkt.

1.3. Frågeställning

Om vägbeläggningen inverkar på Tiden från Upptäckt till Kritiskt Tillstånd (som fortsättningsvis benämns *TUKT*), hur kommer *TUKT* att påverkas av olika vägbeläggnings brandsgenskaper? I denna rapport kommer endast två vägbeläggningsmaterial att behandlas, asfalt och betong. Om skillnad finns kommer resultaten redovisas kvantitativt.

Kvantifieringen av skillnaden kan göras på flera olika sätt. I denna rapport redovisas förändringen som förhållandet av *TUKT* mellan asfalt och betong. Detta sätt valdes för att resultatet enkelt skulle kunna redovisas och värdet blir lättförståeligt, till exempel 90 % av *TUKT* kvarstår då obrännbar vägbeläggning byts mot brännbar. En nackdel är dock att det är svårt att redovisa en komplex situation med endast en siffra.

Ett annat sätt att redovisa resultaten är återge förändringen som skillnad i tid, men då förloras information eftersom det blir samma värde vid till exempel en och två minuter kontra 29 och 30 minuter. Ytterligare ett sätt är att en funktion tas fram som beskriver förändring per längdenhet, men detta sätt kommer bli svåröverskådlig på grund av bränders komplexa natur och därmed intetsägande. Dock används inga av dessa sätt på grund av deras svagheter.

Om intressanta fynd under arbetets gång skulle upptäckas kommer det att tas upp i en allmän diskussion. Det är alltså upptäckter utöver vad som täcks av frågeställningen men har betydelse för valet av vägbeläggning ur brandsynpunkt.

1.4. Avgränsningar

Projektet kommer endast att behandla en tunnel som har betongväggar och tak. De enda vägbeläggningarna som avhandlas i denna rapport är asfalt och betong, då dessa är de två dominerande i Europa.

En viktig sak som skall betänkas är rapportens syfte, vilket är att utreda om obrännbar/brännbar vägbeläggning inverkar på *TUKT*, inte att utreda om personer dör i en tunnel. För vägbeläggningen skall kunna utsättas för brandpåverkan kan inte en sköld av bilar skydda den. Därför har fordon i tunneln minimerats.

Simuleringarna genomfördes endast med en tunnelgeometri, i detta fall används liknande dimensioner som Norra Länken i Stockholm kommer att få. Dock kommer resultatet vara möjligt att applicera på tunnlar med närbesläktade dimensioner.

Vilka brandgaser som produceras av vägbeläggningen kommer inte att utredas i denna rapport, utan endast hur mycket gaser som kommer att produceras. Detta på grund av att bindemedlet, bitummen, är en oljeprodukt vars bas består av mycket långa kolkedjor som vid förbränning bildar en oerhörd mängd olika förbränningsprodukter.

2. Metod

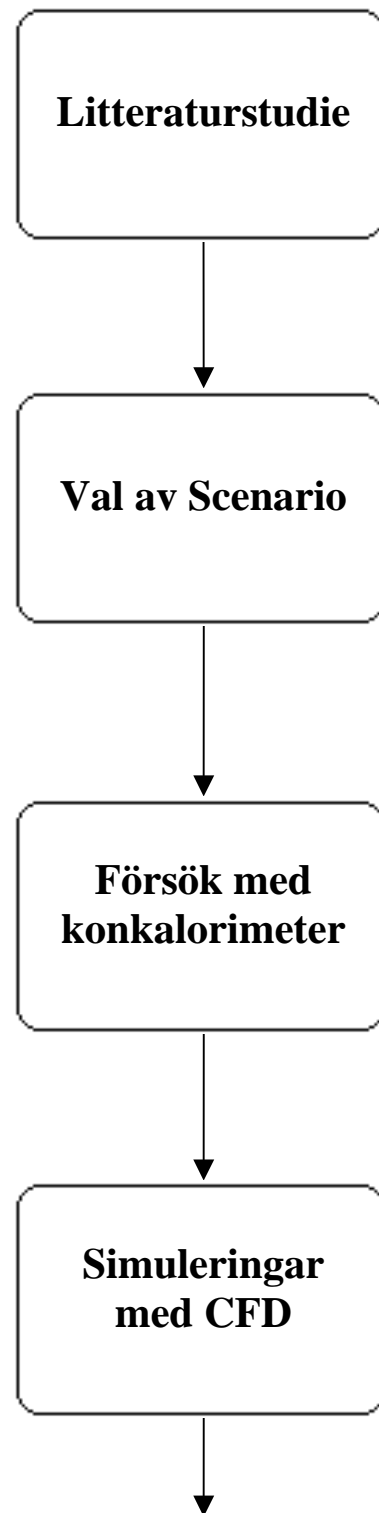
I det här kapitlet förklaras rapportens arbetsgång och hur dess olika delar är beroende av varandra. Parallellt med beskrivningen visas ett flödesschema som förtydligar hur de olika momenten i rapporten är sammanlänkade.

För öka förståelsen inom området utfördes en litteraturstudie. Studien hade som inriktning att ta fram information om tunnelbränder i allmänhet och vägmaterialens påverkan på bränderna i synnerhet. För att kunna genomföra en kvantitativ analys av vägmaterialens påverkan vid brand krävs att representativa scenarion finns. Informationen från litteraturstudien användes för att skapa realistiska brandscenarion för olika tunnelbränder.

Brandscenariona skall återspegla verkligheten och därigenom vara relevanta med avseende på de risker som existerar för tunnlar i dagens samhälle. Det är centralt att de scenarierna som analyseras ligger i området för *Quasi-worst case* (E. Paté-Cornell, 1996), det vill säga värsta troliga fall. Ett exempel på ett scenario kan vara en lastbilsbrand eller en brand där flera fordon är inblandande. Om det skulle visa sig att litteraturstudien inte gav all nödvändig information kommer denna att tas fram genom försök.

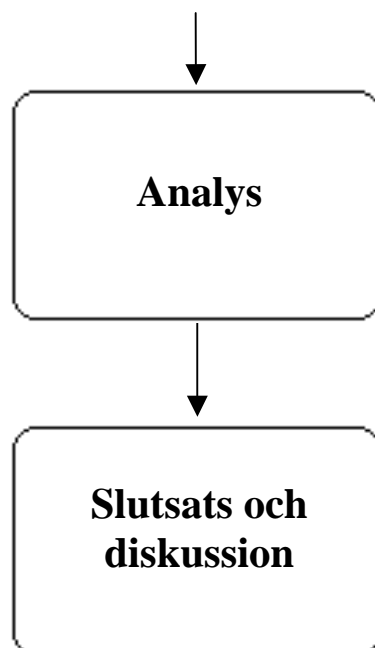
Försöken är till för att ta fram de materialegenskaper som saknas för att kunna bestämma vägbelägningens inverkan på *TUKT*. De saknade egenskaperna kommer att testas med den mest lämpliga metoden för att kunna få fram ett så bra resultat som praktiskt är möjligt. I samråd med expertis (Frantzych, Göransson) bedömdes försök i konkalorimeter vara den bästa lösningen. När alla variabler finns för brandscenariona kommer dessa att simuleras för att ta reda på förändringen av *TUKT*.

Simuleringarna sker med ett CFD-program. Det är en förkortning för Computational Fluid Dynamics, dvs. i detta fall beräknas luftens och brandgasernas rörelser i tunneln med hjälp av en dator. CFD är den bästa metoden för att realistiskt simulera ett brandförlopp. Det program som kommer att användas är FDS version 4 (Fire Dynamics Simulator 4.0.3) och är tillhandahållet av NIST (National Institute of Standards and Technology). Utdata från simuleringarna är grunden till analysen.



Analysen syftar till att ta fram skillnader av *TUKT* för varje scenario och evaluera eventuella olikheter i scenarierna. Alltså bygger rapporten på en jämförelse på hur lång tid det tar från att branden upptäcks till kritiska förhållanden uppstår för de olika vägbeläggningarna i tunneln. Analysen genomförs kvantitativt för att tydligt åskådliggöra skillnader och skapa ett underlag för utvärdering och diskussion.

Resultatet av analysen kommer att utvärderas och diskuteras för att visa skillnaden av de olika vägmaterialens påverkan på utrymningsförhållandena. Övrig information som framkommit utöver *TUKT*-förändringen kommer även att diskuteras. Allt detta görs för att öka kunskapsnivån inom området.



3. Beskrivning av rapportens nyckeldelar

I det här kapitlet finns en närmare förklaring av rapportens nyckelkomponenter. Genom denna beskrivning ökar förståelsen för rapportens olika delars utformning.

3.1. Val av scenarier

Vid riskanalyser är det viktigt att de scenarier som behandlas är relevanta med avseende på vilka risker som existerar. Det är centralt att de scenarierna som analyseras ligger i området för *Quasi-worst case* (E. Paté-Cornell, 1996), det vill säga värsta troliga fall. För att återspegla detta synsätt har två olika scenarier valts, ett med lätta fordon och ett med tyngre fordon. Nedan är en beskrivning av de scenarier undersökts närmare.

Längre tunnlar har ett luftflöde som kommer att föra med sig brandgaserna i samma riktning. För en olycka skall få allvarliga konsekvenser krävs det att personer finns i närheten och utsätts för påverkan från branden. Dessa två kriterier uppfylls troligast i en upphinnandeolycka.

Scenario 1 är olycka med en lätt lastbil lastad med europallar. Längst fram på flaket har föraren placerat reservdunken, lättåtkomligt. Vid kollision krossas dunken och bensinen rinner ut. Därför blir brandeffektstillväxten mycket snabb. Branden på fordonet når 80 % av max effekt efter 60 sek. Efter 30 sekunders brand rämnar samtliga bilrutor.

Scenario 2 är en olycka med en lastbil av trailermodell. Förebilden för detta scenario kommer från fullskaleförsök i Norge (Ingason m fl, 2005). Dessa försök har resulterat i ett antal effektkurvor för olika större bränder i tunnlar. Kurvan som användes har en maxeffekt på 175 MW och tillväxer enligt diagram 1.

Scenarierna är stora olyckor men inte orealistiska. De två olyckorna kan anses som troliga eftersom båda biltyperna normalt trafikerar tunnlar. Ett extremt scenario kan vara en tankbilsolycka där tanken rämnar, vid en sådan olycka kan brandeffekten bli 200 MW efter 10 s (Ingason m fl, 2005).

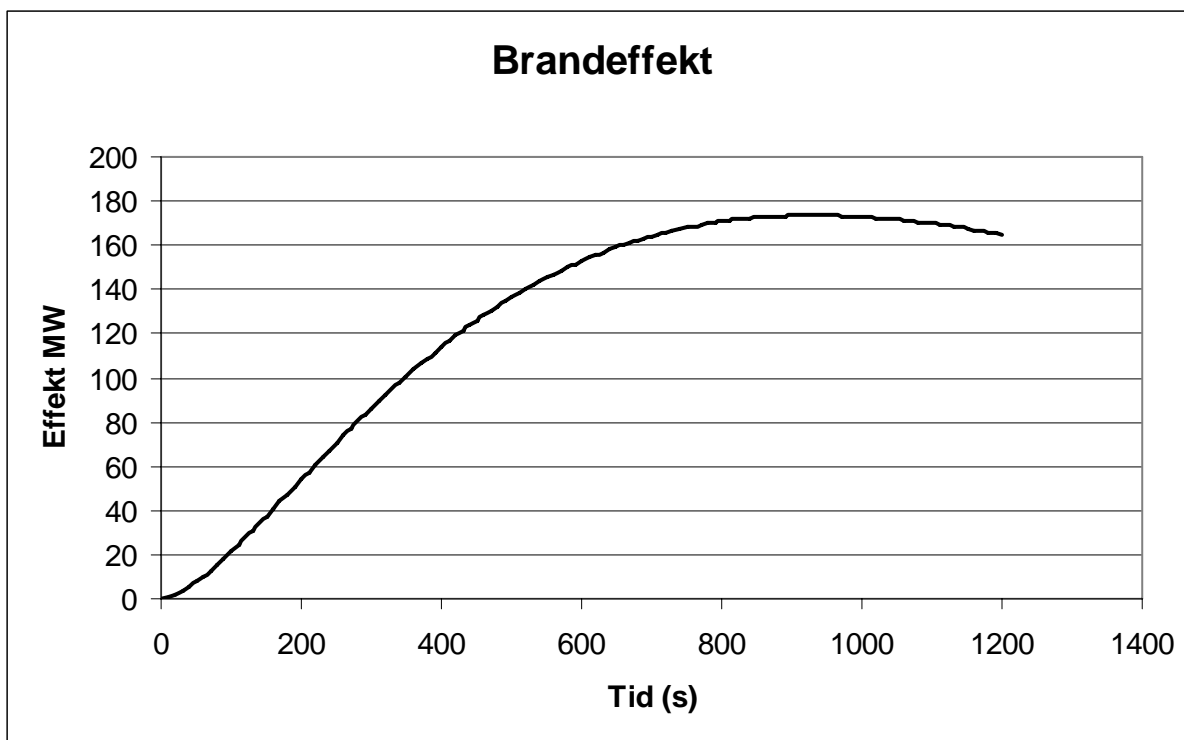


Diagram 1. Effektkurva scenario 2 lastbilsbrand

3.2. Genomförande av försök

Innan något försök utförs kalibrerades utrustningen enligt fabrikantens instruktioner. Det vill säga att en testgas med kända gasfraktioner skickades genom apparaturen som justerades därefter. För att kontrollera resultatet av kalibreringen eldades en testbrand med kända storheter.

Allt testmaterial förvarades i klimatkontrollerat rum för att minimera extern påverkan av resultaten. Två olika försöksserier med en mindre skillnad i försöksgången genomfördes, skillnaden beror på vilken/vilka parametrar som undersöktes. I första försöksserien testades antändningstemperaturen och den andra testades effekt samt rökproduktion.

När utrustningen var klargjord för testning hämtades provbitarna och applicerades i konkalorimeterns fixtur. Termoelementen monterades på ytan av materialet, en viktig detalj var att termoelementen tyngdes ner för att de inte skulle lättas från ytan på grund av värmepåverkan. När detta var klart klargjordes utrustningen genom att rätt strålning ställdes in, instrumenten varmkördes och strålnings-skölden sattes på plats. Strålnings-skölden är en vattenkyld skärm som skyddar provet från strålning under monteringen i apparaturen. När monteringen av fixtur/provbit är klar startades dataloggen och skölden togs bort samtidigt som tidtagningen startades. Ginständaren startades när pyrolysgaser började produceras. När provet antändes noterades tiden sedan släcktes provet och resterna togs om hand enligt gällande miljöregler. När försöken var klara togs de aktuella parametrarna fram ur dataloggen.

Det som skiljer de två olika försöksserierna åt är att i den andra släcks inte provet direkt utan det får brinna under övervakning i 15 minuter samtidigt som apparaturen analyserar brandgaserna.

3.3. CFD

CFD är en förkortning för Computational Fluid Dynamics, dvs. i detta fall beräknas luftens och brandgasernas rörelser i tunneln med hjälp av en dator. Det program som används är FDS version 4 (Fire Dynamics Simulator 4.0.3) och är tillhandahållet av NIST (National Institute of Standards and Technology). Programmet använder LES-kod, Large Eddy Simulation. Det betyder att programmet simulerar den större och modellerar den mindre turbulensen i brandrummet. För att simulera turbulensen löser programmet Navier-Stokes ekvationer för värmedrivna flöden numeriskt. För att visualisera utdatan från FDS 4 används ett annat program från NIST som heter Smokeview version 4. Programmet skapar bilder och filmer på hur valda parametrar förändras med tiden i det simulerade scenariot.

En ny funktion med FDS version 4 är att skapa ett beräkningskluster av ett nätverk där varje dator designeras en del av griden. Till exempel skulle simuleringarna som utförts i detta arbete kunnat ha en betydligt tätare grid. Det finns däremot problem med att dela griden. Ett problem som upptäcktes var att flödena i de olika delarna inte överensstämde med varandra vilket då genererade kraftiga tryckstötter som vandrade fram och tillbaks i tunneln. Ett sätt att förfina griden i känsliga områden är att lägga tätare grid i det glesare men även detta skapade problem med flöden mellan de olika griden. Kontentan blir att det inte var möjligt att förfina griden.

Kvaliteten på utdata från CFD-simuleringar är beroende på gridcellernas storlek på grund av att ekvationerna för att modellera turbulens ger stora fel då gridcellsstorleken är för stor. För att bra resultat skall uppnås bör cellerna vara så små att 80 % av turbulensen simuleras. Kontroll av gridberoende görs till exempel genom att dubblera antalet celler i de tre dimensionerna, detta görs tills utdatan konvergerar. Vid simuleringarna som denna rapport bygger på har hårdvaran dock varit den begränsande faktorn. Den bästa datorn som fanns att tillgå för simuleringen hade 1 GB RAM, vilket begränsade antalet celler till drygt 900 000 stycken. Vid simuleringarna var antalet celler 918 750 stycken, om griden fördubblas kommer det totala antalet celler bli 7,35 miljoner vilket resulterar i att en dator med 8 GB RAM behövs.

Vid beräkning av brandgasflöden i tunnlar kommer resultaten att vara direkt beroende på utformning och placering av fordon. Ett högt fordon stoppar naturliga flöden vilket ger en högre temperatur innan hindret och en turbulens som ger en konstlad blandning av det kalla och varma luftlagren. Turbulensen som skapas av ett hinder är beroende av dess luftmotstånd dessutom är avståndet mellan fordonen är avgörande för hur mycket turbulens som kommer att bildas. Alltså vid simulering med bilar i tunneln skulle den totala turbulensen öka samt att den har en mycket stor osäkerhet beroende på antal fordon och deras utformning. Om turbulensen ökar kommer resultatet från CFD att bli mer gridberoende, det vill säga att resultatet blir sämre. Ett annat problem är att asfalten inte kan antändas om det står fordon ovan på den som blockerar den infallande strålningen. Därför valdes det att inte simulera med andra fordon i tunneln.

3.4. Analyskriterier

De kriterier som ligger till grund för analysen är definierade i överensstämmelse med kritiska förhållanden vid utrymning är enligt BBR 5:36 (Klippberg m fl, 1999), "Vid dimensionering av utrymningssäkerheten får förhållandena i byggnaden inte bli sådana att gränsvärdena för kritiska förhållanden inte överskrids under den tid som behövs för utrymning". De råd som ges är: "Vid värdering av kritiska förhållanden bör siktbarhet, värmestrålning, temperatur, giftiga gaser samt kombinationen av temperatur och giftiga gaser beaktas. Därvid kan följande gränsvärden normalt tillämpas.

Siktbarhet:	rökgasnivå lägst $1,6+(0,1*H)m$, där H är rumshöjden.
Värmestrålning:	En kortvarig strålningsintensitet på max 10 kW/m^2 , en maximal strålningsenergi på 60 kJ/m^2 , utöver energin från en strålning på 1 kW/m^2 .
Temperatur :	Högst 80 grader Celsius lufttemperatur."

4. Försök

Litteraturstudien gav inga trovärdiga resultat gällande betongens och asfaltens brandegenskaper, därför måste de fastställas genom försök. Egenskaperna som bestäms är antändningstemperatur, rökpotential och brandeffekt. Innan försöken kunde påbörjas behövdes testmaterial. Asfalten insamlades från Mellansverige och betongproverna rekvirerades från Cement och Betong Institutet som införskaffat borrprover från en av Sveriges två moderna betongvägar. Det insamlade testmaterialet anpassades för att passa testutrustningens fixtur. Utrustningen som användes för att testa de olika proverna var en konkalorimeter. En fördel med den tillgängliga utrustningen var att den klarade större provbitar och fördelen med det är att felen vid en eventuell extrapolering av resultaten minimeras.

4.1. Försöksuppställning

Eftersom de två olika vägbeläggningarna har mycket olika brandegenskaper delades försöken upp i två serier, en serie med asfalt och en med betong. Fördelen med att dela upp de två materialen i serier är möjligheten att anpassa testutrustningen till materialens unika egenskaper. Till exempel ansågs betong svårantändligt varför en högre strålning användes. I och med anpassningen av försöksserierna kommer felen vid de olika försöken att minimeras.

De två viktigaste materialegenskaper som behövs för vidare simulering är materialens antändningstemperatur och brandeffekt samt hur den varierar över tid.

Antändningstemperaturen behövs för att veta när ett material kommer att börja brinna. Brandeffektens storlek och variation över tid är viktig för att kunna simulera branden så korrekt som möjligt.

Varje försöksserie omfattade minst tre försök med samma ingångsvärden enligt med ISO 5660-1: 1993 (E). Vid experiment är tre försök ett minimum för att säkerhetsställa testresultatet.

Asfalt

Sexton försök med asfalt genomfördes varav sju för att värdera antändningstemperaturen och nio för att bestämma effektkurvan. Vid de första sju användes en konstant låg strålning för att så korrekt temperatur som möjligt skall kunna uppmätas. De sista nio proverna indelades i grupper om tre, där varje grupp utsattes för en specifik strålning.

Betong

Två betongprover testades för att få fram antändningstemperaturen. Emellertid antändes inte något av proverna så det var inte möjligt att få fram några effektkurvor. Anledningen till att endast två betongprover prövades var att tillgängligheten på använd betong är mycket dålig i Sverige.

4.1.1. Utrustning

Konkalorimeter

Konkalorimetern utstrålar värme från en strålningsugn formad som en trunkerad kon (se bild 1 till höger). Värmestrålningsnivån kan väljas i området 0-80 kW/m². De pyrolysgaser som produceras antänds med hjälp av en elektrisk gnisttändare. Testmaterialets ytemperatur vid antändningen mäts med hjälp av termoelement (se nedan) och tiden till antändningen mäts med hjälp av en kronometer. Förbränningsgaserna samlas upp i en huv och sugas ut för vidare analys. Denna analys gör det möjligt att beräkna brandeffekten och produktion av olika gaser till exempel CO, HCL och HCN från testmaterialet. Rökproduktionen mäts med hjälp av hur mycket en laserstråle dämpas av röken i rökkanalen. Denna ljusdämpning relateras till volymflödet i kanalen, för att få fram en röktäthet (m²/s). Ett teststycke placeras på en våg under strålningsugnen som registrerar massavbrinningen. Den testutrustning som fanns att tillgå på Brandteknik vid LTH klarar testmaterial med yttermått på maximalt 200 x 200 mm.



Bild 1. Konkalorimeter.

Testutrustningen analyserar brandgaserna för att få fram förbränningseffekten genom att mäta syrehalten där en viss syrehalt korreleras med en specifik effekt. Formeln som används för att beräkna effekten är följande: Effekten är lika med 13,1 MJ multiplicerat med vikten av det förbrända syret (se nedan).

$$\text{Effekt} = 13,1[\text{MJ/kg}] \cdot (0,23 - X) \cdot \text{Flödet}[\text{kg/s}]$$

$$X = \text{Mätt syrehalt}$$

Termoelement

Termoelementen består av en glasfiberarmerad kabel varav den ena ledaren består av krom- och den andra av aluminiumlegering. I den ände där mätning skall ske punktsvetsas ledarna ihop se bild 2. Anledningen till att de punktsvetsas är att minimera massan i mätpunkten då mindre massa ger snabbare registrering av temperaturen. Andra änden på kabeln är ansluten till ett mätinstrument som mäter den spänning som alstras i punktsvetsen som är en bimetall. Spänningen omvandlas av instrumentet till aktuell temperatur.



Bild 2. termoelement

Registreringsutrustning

Data från konkalorimetern och termoelementen registrerades i en datalog. Intervallet mellan varje mätvärde var ca 1 sekund. Utdata exporterades sedan till Excel för vidare bearbetning och sammanställning av de olika försöken.

4.1.2. Mätpunkter temperatur

På ytan av provmaterialet placerades nio termoelement för att registrera antändningstemperaturen (bild 3). Anledningen till det stora antalet element är svårigheten att placera elementen perfekt i ytan då denna förändras under värmepåverkan. När asfalt värms stiger bitummen upp mellan stenarna vilket försvårar mätningarna. Om elementet sitter för djupt mäts den en för låg temperatur eftersom materialet värms uppifrån. Är elementet i luften (för högt) mäts luftens temperatur som varierar kraftigt. Antändningstemperaturen är den högsta stabila temperaturen som de nio termoelementen registrerar vid antändning.



Bild 3. Termoelementens placering

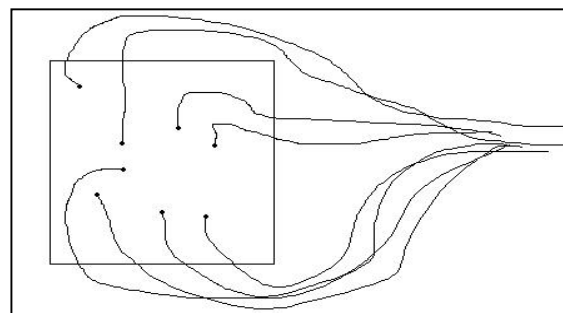


Bild 4. Termoelement sett uppifrån

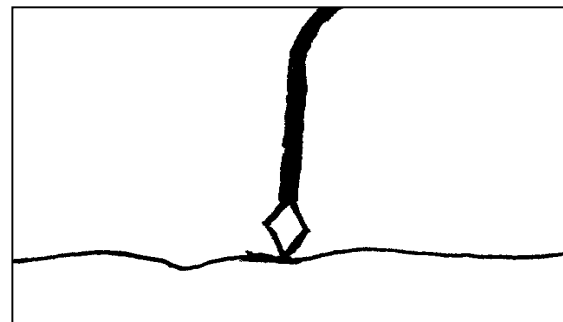


Bild 5. Termoelement sett från sida

4.1.3. Material

Asfalt

Provmaterialet inhämtades från Mellansverige och sågades till rätt storlek (200 x 200 mm) med hjälp av kapmaskin med abrasivskiva. All asfalt som testas har varit i bruk då ny asfalts yta är helt täckt av ett tunt lager bitummen som skulle ge en felaktig förbränningseffekt.

Materialet som testades är den typ av asfalt som normalt används som slityta (70/100), asfalten har en största stenfraktion på 11-14 mm (se bild 6). Asfalten som testades har varit använd, det vill säga att det finns inget bitumen på kornen endast mellan dem (se bild 7). Vid bestämning av antändningstemperatur användes asfalt med olika slitgrader, från ny till extremt sliten av dubbdäck, detta för att undersöka om den varierar. Då brandeffekten testades användes asfalt med normal slitgrad.



Bild 6. Stenfraktion



Bild 7. Slitningsgrad

Betong

Betongen som testades är borrprov från betongvägen utanför Falkenberg och är formade som en cylinder med diameter på 95 mm och en höjd på 60 mm (se bild 8). Betongen är av kvalitén K60, recept finns i bilaga A.

Vid bestämning av antändningstemperatur och brandeffektkurvor användes samma typ av betong som nämnts tidigare. Slitningsgraden på betongen är den som betong får efter några års användande som vägbeläggning.



Bild 8. Borrprov betong (diameter 95 mm)

4.2. Avgränsningar

Asfalten som användes vid försöken var använd vägbeläggning från motorväg i Mellansverige. Ingen hänsyn har tagits till andra asfaltstyper. Allmänt kan sägas att asfalt som används i norra Sverige tål deformation bättre, för att tåla tjälförskjutningar bättre. I södra Sverige är den hårdare då tjälen inte är några stora problem plus att trafikbelastningen är högre.

Det har endast utförts förbränningsförsök i konkalorimeter, inga fullskaliga försök har utförts. För att applicera utdatan från försöken på större skala extrapolerades resultaten.

Då motorvägar av betong inte tillhör vanligheten i Sverige användes endast den sorten som användes vid en av vägverkets försökssträckor.

4.3. Utförande

På grund av att asfalts och betongs egenskaper vid brand är så olika skiljer det sig hur försöken genomfördes. Detta för att minimera felen och därigenom få ut det bästa möjliga resultat med så få försök som möjligt.

Asfalt

Vid antändningsförsöken användes en strålningseffekt på 25 kW/m². Denna relativt låga effekt användes eftersom en långsam upphettning av materialet är önskvärd för att minimera mätfel på grund av termoelementen tröghet och placering.

För att se om asfaltens brandeffekt varierade med infallande strålning testades materialet med tre olika strålningar (40, 50 och 60 kW/m²). Strålningsnivåerna valdes efter test i CFD-simuleringar där det visade sig att strålningen runt fordonet låg runt ovannämnda effekter.

Betong

Eftersom betong inte bör brinna ansattes en högre strålningsnivå för att testa materialets antändningsnivå. Proven utsattes för en strålning på 30 kW/m² och om/när yttemperaturer stabiliserats och antändning inte skett ökades strålning till 60 kW/m².

4.4. Utdata

Testutrustningen loggade de mätta variablerna en gång i sekunden, dessa värden exporterades till Excel för vidare behandling. Data angående temperaturen behövde vidare analys. Om ett termoelement visar en fluktuerande temperatur betyder det att elementet inte är i kontakt med ytan, utan den visar luftens temperatur. Därför är antändningstemperaturen den högsta stabila temperaturen när provet började brinna. Brandeffektens värden behövde inte vidare analys utan infördes bara i ett diagram.

4.4.1. Asfalt

Vid försöken av asfaltens antändningstemperatur antändes samtliga prov när de utsattes för en extern strålningskälla på 25 kW/m². Antändningstemperaturerna från de sju försöken finns listade i tabell 1 nedan. I bilaga B finns samtliga försöks temperaturdiagram.

Försök	Antändnings temp (°C)
1	414
2	380
3	395
6	416
9	407
10	387
11	376
Medel	396

Tabell 1. Antändningstemperatur.

Kurvorna från effektförsöken var lika till form och amplitud därför användes alla kurvor till att skapa en medelkurva (se diagram 2 nedan), dock är inte resultaten från försök fyra med eftersom förbränning vid detta prov inte var koncist med övriga prov. Alla försök är plottade i tre diagram en för vardera strålningseffekten se bilaga C.

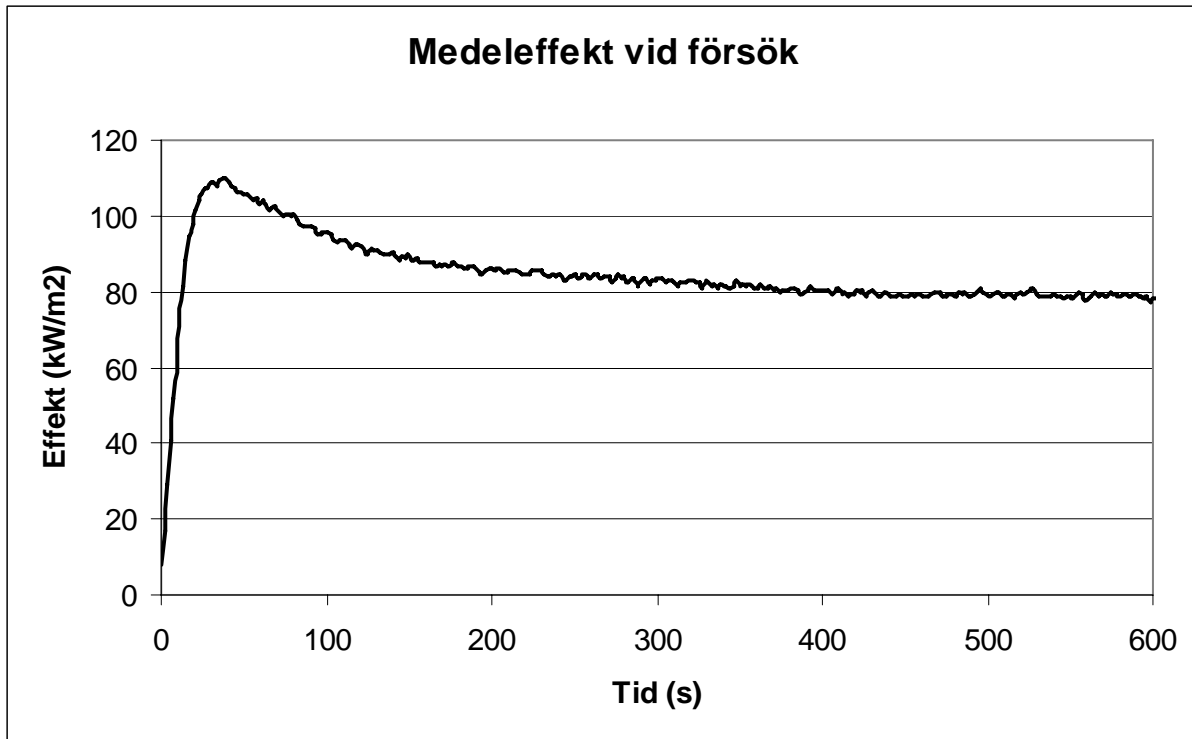


Diagram 2. Medeleffekt av alla försök.

4.4.2. Betong

De två betongprover som testades för att få fram antändningstemperaturen användes emellertid inte, så det var inte möjligt att få fram några effektkurvor. Anledningen till att endast två betongprover prövades var att tillgängligheten på de facto använt material är mycket dålig i Sverige och eftersom det inte ens kunde synas någon pyrolys vid de första två försöken var vidare försök meningslösa. Eftersom yttemperaturerna blev i stort sett identiska redovisas endast temperaturerna från andra försöket med betong i bilaga D.

4.5. Felkällor

Termoelement som inte var i kontakt med ytan under försöket visade en fluktuerande temperatur. Det syntes stor skillnaden på mätvärdena från termoelement som var i kontakt med ytan mot dem som inte var det. Därför är bedömningen enkel och risken för fel är liten.

Ett medel av antändningstemperaturerna används eftersom det borde ligga närmast det verkliga värdet. Om ett konservativt värde hade valts vid varje steg skulle slutresultatet att bli så konservativt att det blir meningslöst. För att exemplifiera detta finns ett exempel i bilaga E.

När data från försöken utvärderades upptäcktes att effektkurvan i försök fyra var markant olik från de övriga kurvorna. Både form och amplitud skilde sig så mycket att någon påverkan på experimentet måste ha skett, antingen något fel på provbiten eller utrustningen. Testmaterialet antändes på ungefär samma tid som övriga test i serien men den avgivna effekten var lägre och effektkurvan fluktuerade kraftigt. Visuellt brann provet likartat med övriga prov i serien. Efter detta försök utfördes en kontroll av utrustningen. Eftersom kurvan var så markant skild från de övriga valdes därför försöket att inte tas med när medel effektkurvan räknades ut.

Det finns några problem med att göra testen i småskaliga försök t.ex. randeffekt och extrapolering till fullskala. Randeffekten i detta fall består av att värme från provet leds ut från testbiten på ett sätt som inte kommer ske i större yta. Vid extrapolering antas att provbitens materialegenskaper är generellt gällande för ämnet i allmänhet. Till exempel om testbiten har något fel kommer extrapolering att göra detta fel allmänt gällande för materialet. Detta motverkades genom större försöksserier.

Testutrustningens noggrannhet är naturligtvis också en felkälla dock i detta fall en mindre sådan. Kalibreringen skedde vid samma effekt som proven gav ifrån sig. En annan felkälla är termoelementens placering på testmaterialet då den varmaste punkten inte mättes. Storleken på strålningen som konen gav varierade med ca $\pm 2\%$. Provens tjocklek varierade med ± 1 cm vilket inte inverkar nämnvärt på resultatet.

De relativt små felen som genereras av de ovan nämnda felkällorna kommer att ha inverkan på det fortsatta arbetet. Detta på grund av att resultaten från försöken används som indata i de efterföljande simuleringarna.

5. Simulering CFD

Brandeffekten och antändningstemperaturen användes som indata i simuleringarna när de olika scenarierna simulerades i ett CFD-program. CFD är en förkortning för Computational Fluid Dynamics, dvs. i detta fall beräknas luftens och brandgasernas rörelser i tunneln med hjälp av en dator. Utdatan från dessa simuleringar används sedan för beräkna *TUKT*.

5.1. Avgränsningar

Vid simuleringarna har en förenklad geometri används då FDS använder ett kartetiskt koordinatsystem. Denna typ av system försöker återge verklighet med hjälp av rätblock vilket ger modellen ett fyrkantigt utseende. En välvd yta blir därför svår att korrekt återge, därför modellerades tunneln med räta sidor i både höjd- och längdriktning.

Förutom de olika lastbilarna så har inga andra fordon tagits med i simuleringarna. För närmare förklaring se kapitel 1.4 och 3.3.

Tunneln simuleras som om den saknar alla former av larm vilka varnar trafikanterna om att brand pågår. Detta eftersom larmning av tunnlar är mycket svårt och att de vanligaste larmen som klarar miljön i en vägtunnel är tröga kommer trafikanterna i närområdet själva att upptäcka branden innan något larm aktiveras.

5.2. Indata

Indatan till simuleringarna kommer från försök i denna rapport och andra skrifter (referenser se 5.2.2. nedan vid respektive storhet). Det har körts två simuleringar för varje scenario, en med betong och en med asfalt som vägyta. I alla fyra simuleringarna är geometrin lika, det enda som skiljer mellan scenarierna är branden och typ av fordon.

Indatafiler till FDS för alla simuleringar finns i bilaga F.

5.2.1. Geometri

Tunneln som simulerats är tvåfilig med gångytor på sidorna och har dimensionerna: bredd 10 m höjd 5,6 m. De två körfälten är 3,5 m breda och gångytorna är 2 m respektive 1 m. Längden är totalt 240 m och den har ingen höjdskillnad, det vill säga tunneln lutar inte.

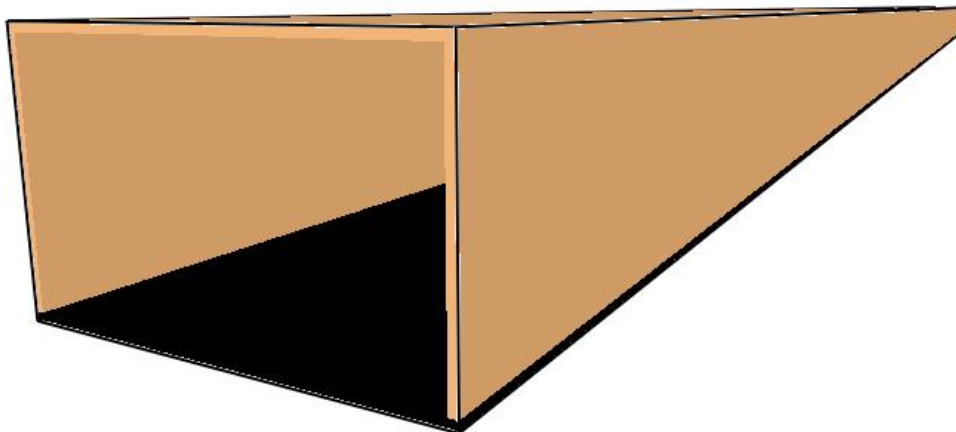


Bild 9. Tunnelgeometri

5.2.2. Material

Materialet i väggar och tak är betong. Standardvärden för denna har används, då olika betongs värmeledningsegenskaper inte nämnvärt skiljer sig åt. Värdena kommer från FDS 4's databas som överensstämmer med SFPE-handboken. Vägytan består av ett av två material, i den ena simuleringen används samma material som väggar/tak och i den andra används asfalt. Materialegenskaperna för asfalten har bestäms med försök som kompletterats med data från skrifter, se nedan.

- Densitet = 1730 kg/m^3 (försök)
- $C_p = 0,84 \text{ KJ/kg K}$ (Engineeringtoolbox)
- Antändnings temp = $396 \text{ }^\circ\text{C}$ (försök)
- $k = 0,75 \text{ W/mK}$ (DiNenno, 2001)
- Brandeffekt = diagram 2 (se kapitel 4.4.1) (försök)

5.2.3. Branden

Scenario 1 lätt lastbil

Olyckan är en lätt lastbil lastad med Europallar. Längst fram på flaket har föraren placerat reservdunken, lättåtkomligt. Vid kollision krossas dunken och bensinen rinner ut. Därför blir brandeffektstillväxten mycket snabb. Bensinen finns endast med i ett antändningsskede och har endast den påföljden att branden sprider sig snabbare. Branden är alltså en träbrand (Europallarna) som har en max effekt på 30 MW. Brandeffekten tillväxer enligt tangenshyperbolicus ($\tanh(t/60)$) som når 80 % av max effekt efter 60 sekunder (se diagram 4).

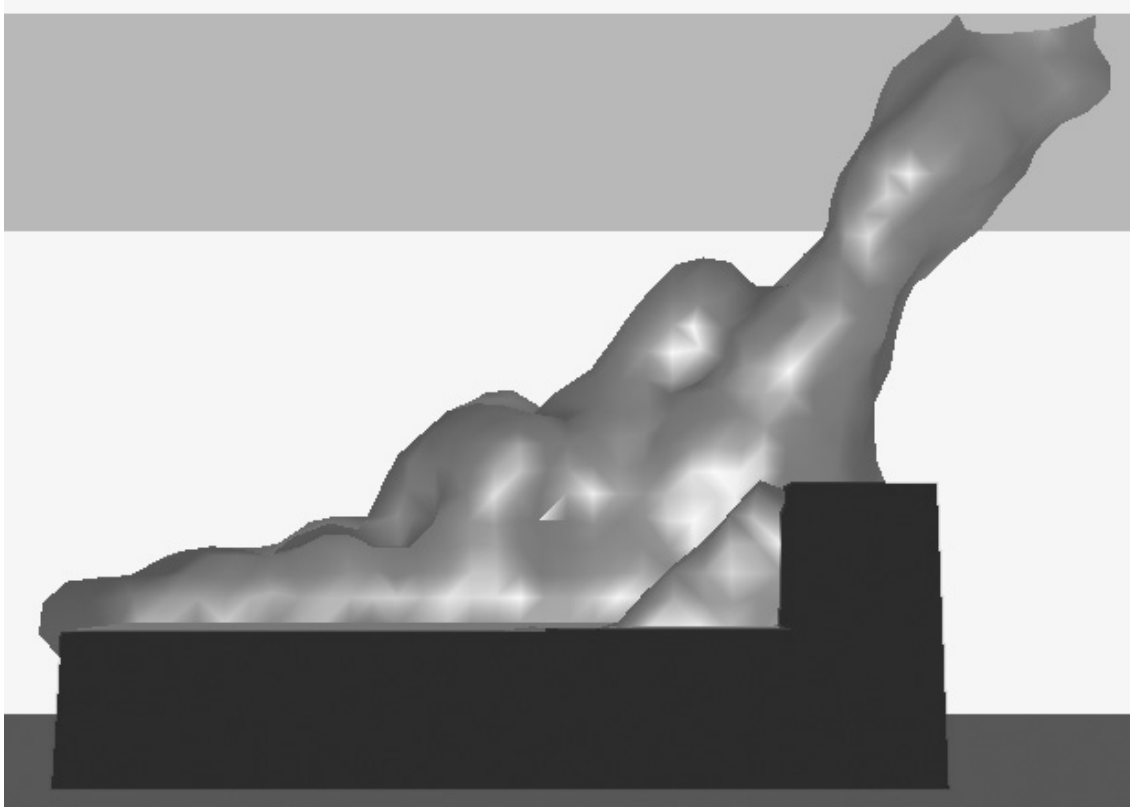


Bild 10. Brand lätt lastbil

Scenario 2 lastbil

Lastbilen i scenariet är en trailerlastbil som är lastad med träpallar. Effektkurvan för denna lastbilbrand kommer från försök som utförts i Norge (Ingason m fl, 2005). Försöken genomfördes inte med en riktig lastbil utan med ett på plats konstruerat skelett som hade samma dimensioner som en riktig lastbil. Lasten var europapallar.



Bild 11. Brand lastbil

5.2.4. Klimat och omgivning

Normalt i en tunnel finns ett visst luftflöde beroende på ett antal faktorer. Detta kan till exempel vara luftflöde alstrat av fordon, fläktar och/eller vindpåverkar med mera. I detta scenario har en lufthastighetsprofil används, där hastigheten ökar med höjden. Hastigheten följer formeln: $\text{hastighet} = 3.0 * (\text{höjd}/3)^{0.15}$. Vindhastigheterna är rekommenderade av Sandman (2004).

5.3. Observationer / Utdata

TUKT definieras i denna rapport till den tid som en person har på sig för att utrymma, det vill säga den period från att personen upptäcker röken till kritiska förhållanden (kapitel 3.4) uppstår. Tiden till upptäckt är när röken når fram till individens läge, eftersom de sitter i stillastående bilkö och riktar sin uppmärksamhet framåt mot framförvarande trafik.

Rökgaslagrets höjd mäts var 10:e meter och på tre olika bredder. För att jämnhet i värdena räknas det ut ett medel för bredden på varje längdenhet och under en tid på ± 1 sekund. Infallande strålning och brandeffekt tas ut med hjälp av Smokeview som är ett visualiseringsprogram till FDS.

När resultatet från scenarierna utvärderades visade det sig att det övre brandgaslagret var mycket stabilt och detta medför att sikten samt temperaturen i det nedre lagret var närmast oförändrad.

Scenario 1 lätt lastbil

Det visade sig att den begränsande faktorn alltid var brandgaslagrets höjd. Tiderna till upptäckt och kritiska förhållanden för de olika avstånden finns i diagram 3 nedan och i bilaga G. Brandeffekterna för de två bränderna finns i diagram 4 och effekttillskottet för asfalten finns i diagram 5.

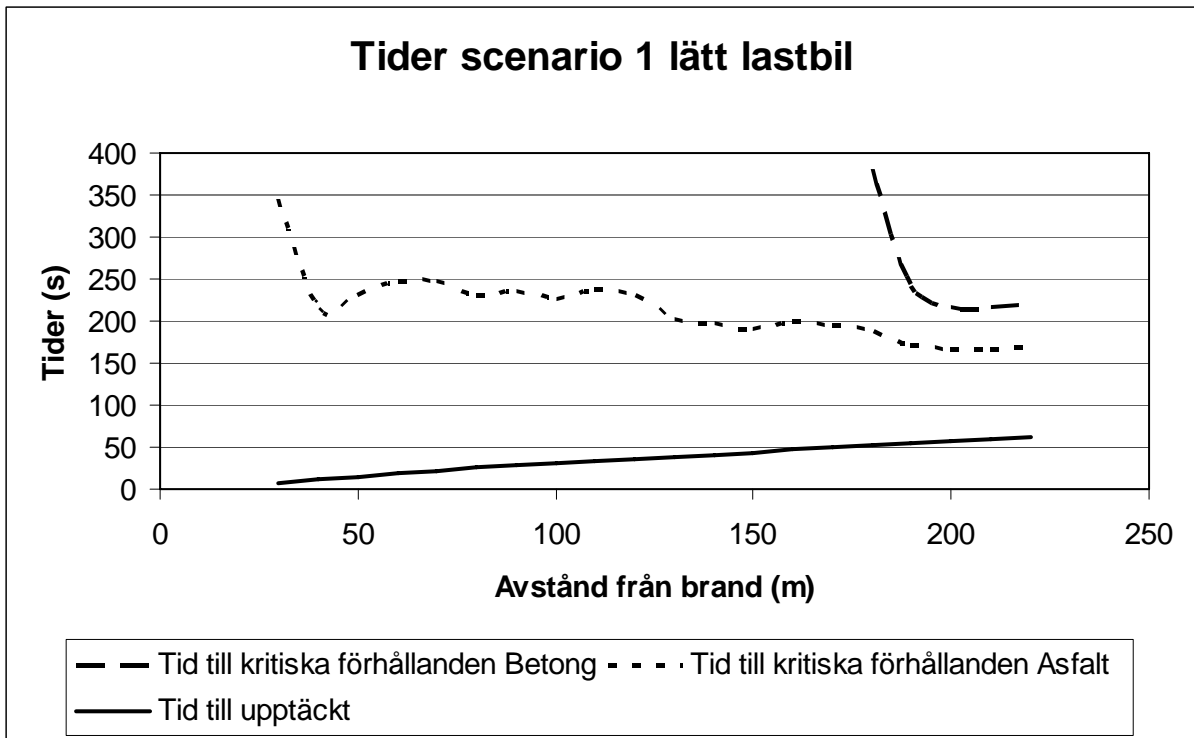


Diagram 3. Tider scenario 1 lätt lastbil

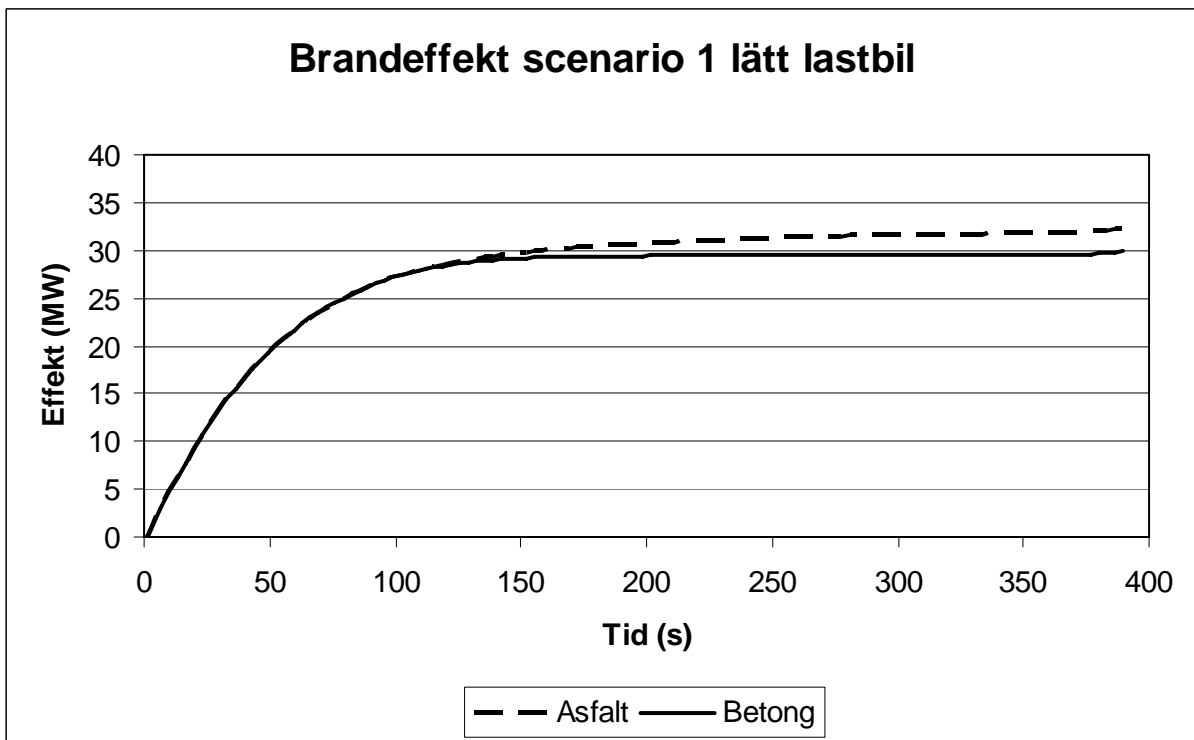


Diagram 4. Brandeffekt scenario 1 lätt lastbil

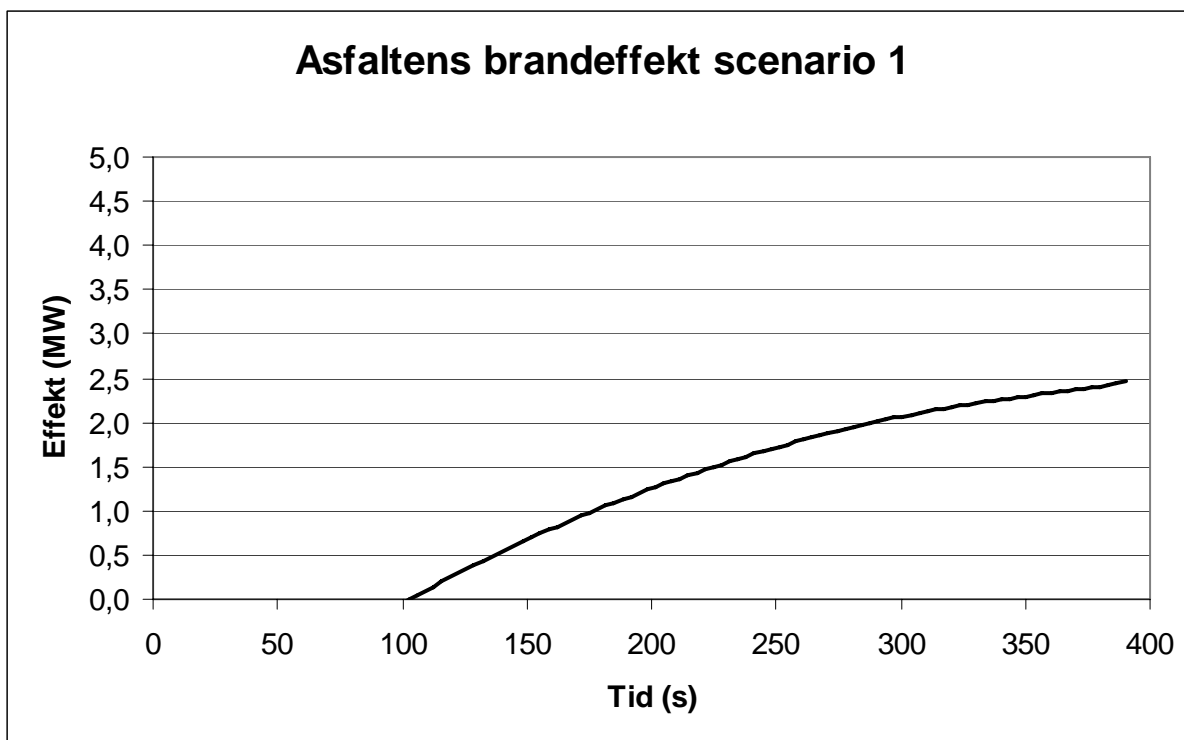


Diagram 5. Asfaltens brandeffekt scenario 1 lätt lastbil

Scenario 2 lastbil

Även i detta scenario var den begränsande faktorn brandgaslagrets höjd, tiderna för scenariot finns i diagram 6 och bilaga G. Brandeffekterna för scenariot finns i diagram 7 och enbart asfaltens effekt kan ses i diagram 8.

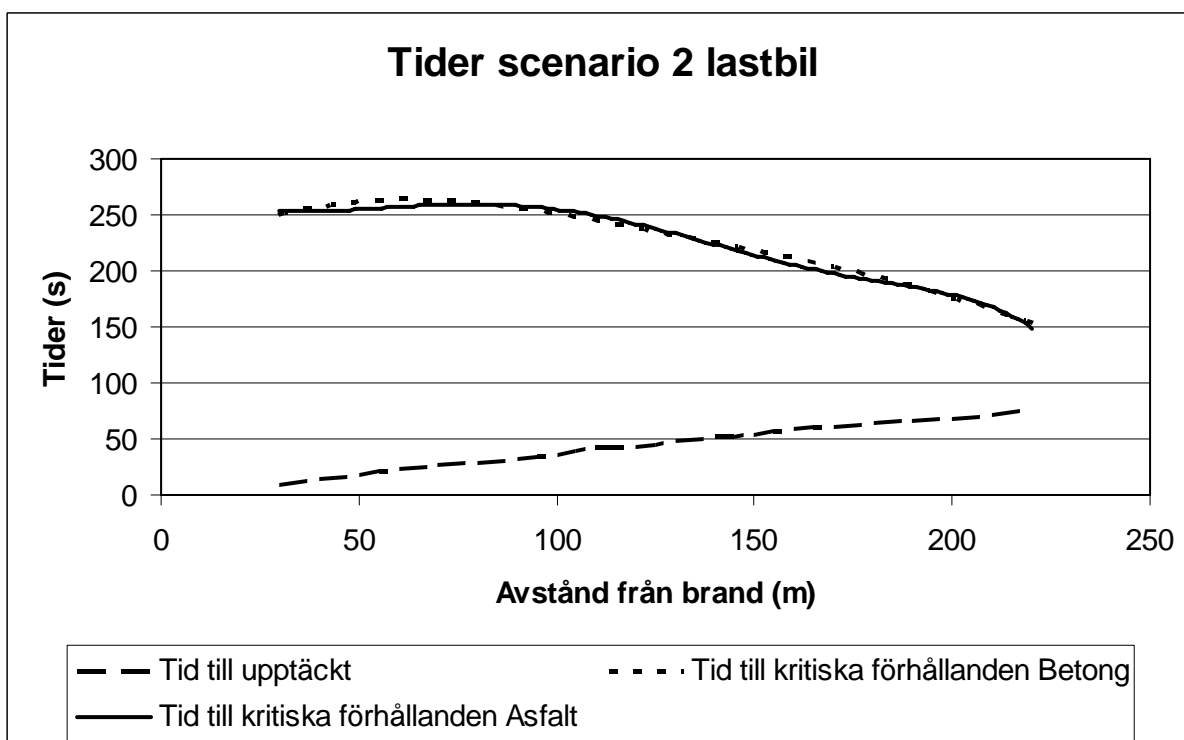


Diagram 6. Tider scenario 2 lastbil

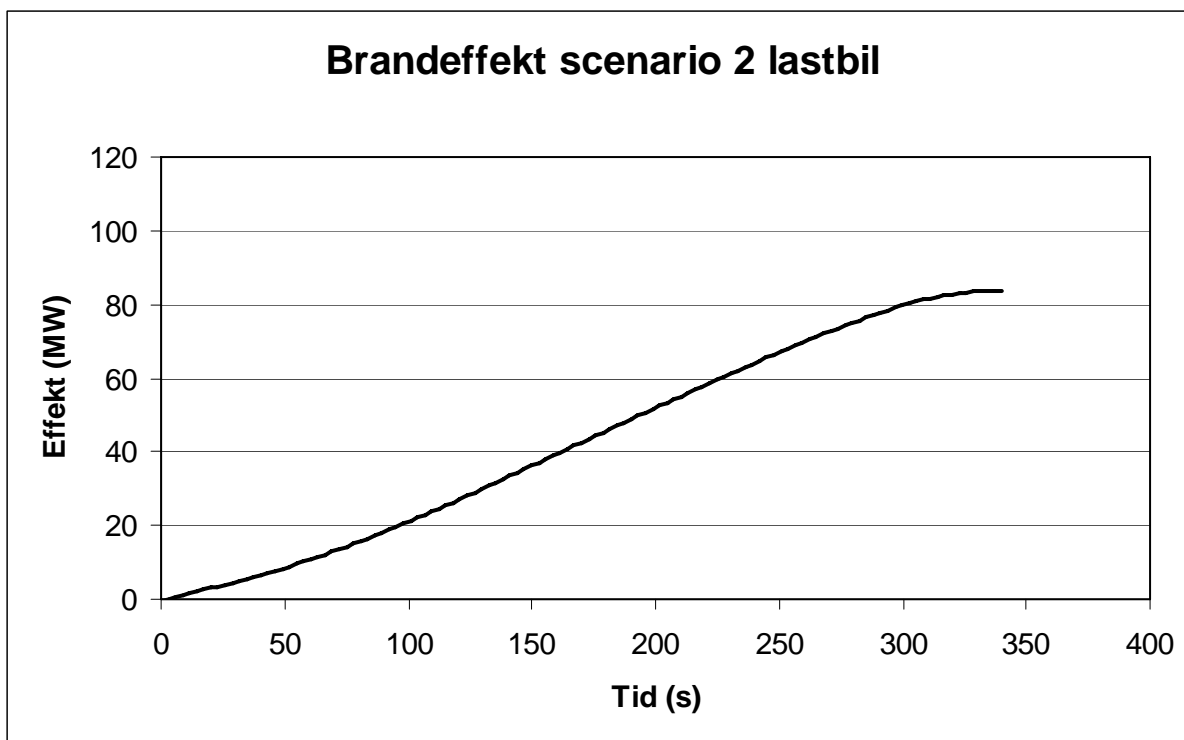


Diagram 7. Brandeffekt scenario 2 lastbil

5.4. Felkällor

Som tidigare förklarats (kapitel 3.3) är den dominerande felkällan att gridberoende inte har kunnat konstaterat.

En förenkling för att minska antalet gridceller i simuleringarna var att endast halva tunnelns bredd simulerades vars resultat speglades för att få en hel tunnel. Nackdelen med en spegling är att en verklig brand inte är symmetrisk.

Omgivningens temperatur påverkar marginellt vid stora bränder. De värden som användes överensstämmer med en normal sommardag.

Flamspridningsmodellerna i CFD-programmen är generellt något opålitliga, dock är det i detta fall inte modellernas brister som är utslagsgivande eftersom huvudsakliga brandspridningen sker på grund av strålningen från brandgaserna i tunneltaket.

Utdatan från simuleringar är ögonblicksbilder från brandförloppet och därför måste fluktuationer jämnas ut. Detta gjordes (som nämnts i kapitel 5.3) för att kunna få stabilare värden till den följande analysen.

6. Analys

Resultat från försöken extrapolerades och som tillsammans med scenariona simulerades i CFD. Utdata från simuleringarna jämförs med nämnda etablerade normer (kapitel 3.4) för att bestämma när kritiska förhållanden inträffar. Det som analyseras är hur de två olika typerna av vägbeläggning påverkar förhållandena för utrymning av tunnlar. Det kommer även att nämnas lite om hur förhållandena i senare brandskeenden kommer att påverkas.

6.1. Skillnad i förhållanden

Skillnader i tider som olika vägbeläggningar genererar åskådliggörs kvantitativt med ett procenttal (asfaltens *TUKT* dividerat med betongens *TUKT*). Procenttalet beskriver hur mycket det finns kvar av tiden med asfalt som vägbeläggning kontra betong. I det fall detta inte är möjligt görs en kvalitativ analys.

En tidig observation i alla simuleringar var att kritiska förhållanden inträffar först längst bort i tunneln och att tiden till kritiska förhållanden minskar med ökat avstånd till branden. Orsaken till detta är bland annat att kall luft blandas in i de heta brandgaserna vars volym därigenom kommer att öka genom inblandningen och sålunda minskar höjden från vägbanan till brandgaslagret.

Scenario 1 lätt lastbil

I detta scenario var den lätta lastbilsbranden på 30 MW inte tillräcklig för att konsekvent åstadkomma kritiska förhållanden. Däremot tillsammans med asfaltens effekt förorsakades kritiska förhållanden längs hela tunnelsegmentet. De knappa tio procent extra effekt som asfalten bidrog med var tillräckligt för att kritiska förhållanden uppstod hela tunneln.

Den extra brandeffekten som asfalten bidrog med åstadkom att det inträffade kritiska förhållanden de första 170 m och över blir det en kraftig försämring av den tillgängliga tiden. På avstånd över 170 m från branden är *TUKT* med asfalt som vägbeläggning endast 68 % av *TUKT* med betong som beläggning. Denna siffra är relativt konstant till änden av tunneln. I närområdet efter de simulerade 230 m bör denna faktor gälla, tyvärr kunde detta inte kontrolleras då simuleringarna var begränsade av datorns kapacitet.

Scenario 2 lastbil

I scenario 2 är brandtillväxten långsammare och effekten är utspridd på en större yta vilket gör att inte asfalten börjar brinna innan kritiska förhållanden uppstår. Det beror på ett antal faktorer, till exempel att brandeffekten i början av scenariot är lägre per kvadrat meter än i första scenariot och det resulterar i att flammorna blir mindre som i sin tur värmer asfalten mindre. Även den ändrade utformningen av fordonet har betydelse då det mesta av de heta brandgaserna gå över hytten och i scenario två är hytten betydligt högre. De två nämnda faktorerna är den största anledningen till att inte asfalten antändes innan kritiska förhållanden inträffade i det här scenariot.

Allmänt

Även en sak som är värd att sägas är att brandens tillväxt och utformning är viktig för om skillnad på *TUKT* mellan de två vägbeläggningarna skall framträda. För att det skall bli en differens måste brandeffekten vara koncentrerad och brandgaserna får inte styras bort från asfalten. Detta för att strålningen ökar med temperaturen upphöjt med fyra och om då brandgaser späds ut till hälften blir strålningen endast en sextonde del.

Utrymningstiden är inte beroende av vägbeläggningen på grund av asfaltens sena antändning. Enda gången en brännbar vägbeläggning blir avgörande för utrymningstiden är när branden är precis under den nivå som krävs för att kritiska förhållanden skall inträffa och då blir asfaltens effekttillskott droppen som får bågaren att rinna över. Det vill säga att i realiteten är procentsatsen 100 %.

Släckinsatsen kommer att bli mer besvärlig vid bränder i tunnlar med asfalt som vägbeläggning. Det beror framförallt på två saker: asfaltens effekttillskott och asfaltens uppträdande vid brand. Effekttillskottet gör att branden blir större vilket försvårar släckningen eftersom strålningen från branden samt dess utbredning kommer bli större. Vid kraftig upphettning av asfalt smälter bitummenet till en flytande vätska som bildar en oljefilm mellan stenarna i asfalten. Denna oljefilm gör asfalten helt tappard sin bärighet vilket i sin tur gör att brandmännen kommer få svårt att avancera fram mot en brand utan att först kyla asfalten kraftigt.

Då asfalt brinner kommer det att bidra till brandspridning i tunnlar vid brand. Detta gäller speciellt i ett senare skede av branden då asfaltens brandegenskaper hjälper branden att överbrygga avstånden mellan fordon.

6.2. Felkällor

Ett fel som skett tidigt i beräkningsgången förs vidare och därmed ha inverkan på slutresultatet. Flera olika fel kan också komma att samverka vilket kan leda till en synergistisk effekt.

Placeringen av det fordonet som brinner kan ha inverkan på asfaltens antändning och brandspridning. Om fordonet står vid till exempel tunnelväggen kan stora virvlar bildas som kan föra de heta brandgaserna närmare asfalten. När de heta brandgaserna kommer närmare asfalten ökar den infallande strålningen, vilket resulterar i att asfalten antänds tidigare och att branden sprider sig snabbare.

Tunnelns dimensioner har inverkan på om och när asfalten fattar eld. Störst inverkan har höjden på tunneln, eftersom i en lägre tunnel kommer de heta brandgaserna närmare asfalten och i en högre det motsatta. Även tunnelns bredd har viss inverkan då en smalare tunnel får en högre andel brandgaser och därmed sjunker brandgaslagret.

7. Diskussion

En mycket viktig del i rapporten är hur utdatan från simuleringarna analyseras. Det vill säga på vilka premisser som eventuella skillnader, av simuleringarna i varje scenario, jämförs. I denna rapport redovisas förändringen som förhållandet av *TUKT* mellan asfalt och betong. Resultatet åskådliggörs med en procentsats för hela tunneln. Denna siffra beräknas genom att ett medel av för varje tunnelsektion kalkyleras, där varje sektion är 10 m lång. En förändring av *TUKT* kommer eventuellt att uppstå mellan de olika simuleringarna av ett scenarion beroende på om asfalten har inverkan eller ej.

Det som talar för att asfalt inte bidrar till förändring av *TUKT* är att asfalt har låg effektutveckling. Även kan säga om asfalt är att den inte kan brinna självständigt, utan den behöver en extern strålningskälla för att kunna brinna. För att asfalten skall inverka på *TUKT* krävs att den brinner innan kritiska förhållanden uppstår. En avgörande faktor för tidig antändning av asfalten är avståndet mellan den och strålningskällan. Vid större fordonsbränder är detta avstånd ganska stort, till exempel på en lastbil finns det brännbara materialet huvudsakligen på flaket.

Det som talar mot är att asfalt är brännbart och om det brinner ökar den totala effekten och därigenom minskar *TUKT*. Som sades tidigare är avståndet mellan asfalten och strålningskällan viktig till hur tidigt asfalten antänds i en brand, om då branden har direktkontakt på asfalten kommer asfalten att antändas mycket tidigt. Detta kunde ske genom till exempel genom att bränslet i fordonet rinner ut och antänds. Om detta skulle ske kommer asfalten att förkorta *TUKT*. Denna förkortning bör inte bli så stor eftersom asfalt endast brinner med en effekt ca 100 kW/m^2 och det gör att om större skillnad skall framträda krävs det att en stor yta måste brinna.

En viktig fråga som kan ställas angående resultatet, är dessa trovärdiga? Svaret på den frågan delas in i två kategorier en för och en emot.

Följande talar för resultatets trovärdighet. Ett stort antal försök utfördes vars resultat hade små anomalier och överensstämde med tidigare forskning. En annan detalj som ökar trovärdigheten av försöken är att materialet som testades var taget från verkligheten och inte något som framställdes i ett labb enkom för försöken. Även de realistiska brandscenariona bidrar och då speciellt det andra då det är taget från fullskaliga försök i Norge. Slutligen valdes den bästa modellen att simulera en brand nämligen fältmodellen då denna simulerar verkliga flöden.

Det finns dock saker som talar emot. Till exempel är simuleringen mycket stor och ligger därför på FDS's yttersta kapacitetsgräns. Detta på grund av att programmet kräver extremt mycket minne vid simulering av tunnlar. Kravet blir snabbt betydligt större än praktiskt möjligt. Ett resultat av denna begränsning blir att endast en relativt kort tunnel har simulerats. Dessutom borde ett större antal variabler ha varierats i de olika scenariona. Orsaken till denna förenkling är simuleringstiden kommer att öka markant. Exempelvis tog det 16 dygn att beräkna de fyra simuleringarna och det medför att varje gång en variabel förändras skulle det ta ytterligare 16 dygn.

Ett av de bästa sätten för att utreda problemet med om asfalt inverkar på *TUKT* är fullskaliga försök. Tyvärr är dessa extremt dyra, tidskrävande och dessutom är tillgång till tunnlar där experiment kan genomföras mycket dålig. För att öka noggrannheten på asfaltens egenskaper kan tester i större skala genomföras, dock medför detta ofta att ny testutrustning behöver tillverkas.

Mer forskning inom området bör ske för att utveckla tunnelsäkerheten. Denna forskning bör inrikta sig på CFD-simulering av tunnlar med bättre hård- och mjukvara då detta är en svaghet i arbetet.

8. Slutsatser

Det som framkommit i analysen är att asfalt som vägbeläggning inte påverkar utrymningstiden. Alltså för att svara på den inledande frågeställningen är *TUKT* med asfalt 100 % av tiden med betong som vägbeläggning. Asfalten kommer inte vara en påverkande faktor vid personutrymning men bör inverka vid brandens senare skeenden och vid släckningsarbeten.

I senare skede i branden, alltså efter kritiska förhållanden inträffat, kommer asfalten att inverka mer. Anledningen till detta är att hettan runt branden kommer att stiga markant vilket gör att en stor yta asfalt kan komma att brinna. Detta extra effekttillskott kommer att försvåra eventuell släckinsats eftersom branden är större till yta och effekt. När effekten blir större kommer temperaturen nära branden att bli högre vilket även kan ge allvarliga konsekvenser för betongen i väggar och tak. Betong tål inte höga temperaturer för då tappar det sitt kemiskt bundna vatten vilket resulterar att hållfastheten och slagtligheten sjunker markant.

Avslutningsvis kan sägas att vid dimensionering bör den dimensionerande branden väljas så att det efterliknar E. Paté-Cornells *Quasi-worst case* (1996), det vill säga det värsta troliga fallet. Eller med andra ord det största fordonet som trafikerar tunnel bortsett från totalhaveri av tankbil då en sådan trafikolycka kan inte anses som trolig (Envall, 1998). Bra att tänka på vid tunnelbränder är att asfalt de facto kan antändas och ge ett effekttillskott, till exempel gav det tio procent extra i scenario 1. Därför bör detta betänkas vid dimensionering av tunnlar.

9. Referenser

Anderberg, Yngve & Norén, Anders, *Brandsäkerhet i Europas tunnlar*, Bygg & Teknik, 2003 nr.6 SEP.

DiNunno et al. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition*, National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, USA, 2001.

Engineeringtoolbox, http://www.engineeringtoolbox.com/24_154.html, 041001

Envall, Pär, *Farligt gods på vägnätet – underlag för samhällsplanering*, Risk- och miljöavdelningen, Räddningsverket, Karlstad, 1998.

FDS ver 4.0.3, National Institute of Standards and Technology, Fire Research, <http://fire.nist.gov/fds>, 040701

Samtal med Frantzich, Håkan, Universitetslektor vid Brandteknik, Lunds Universitet, Lund

Samtal med Göransson, Ulf, doktorand vid Brandteknik, Lunds Universitet, Lund

Ingason H., Bergqvist A., Frantzich H., Hasselrot K., Lönnermark A., *Räddningsinsatser i vägtunnlar*. P21-459/05, Räddningsverket, Karlstad, 2005.

Klippberg Anders, Fallqvist Kjell, *Brandskydd i boverkets byggregler (BBR)*, Svenska Brandförsvarsföreningen (SBF) 1999

Samtal med Löfsjögård, Malin, Cement och Betong Institutet, Stockholm.

National Institute of Standards and Technology, <http://www.nist.gov>, 040701

Noumowe, Albert, *Characterisation of asphalt exposed to high temperature: Application to fire case of asphalt pavement*, Université de Cergy Pontoise, 2002

Paté-Cornell, M. Elisabeth, *Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment*. Reliability Engineering and System Safety, Elsevier, 1996.

Samtal med Sandman, Thomas, Konsultation, Avdelning för vägtunnlar, Vägverket Region Stockholm, 2004.

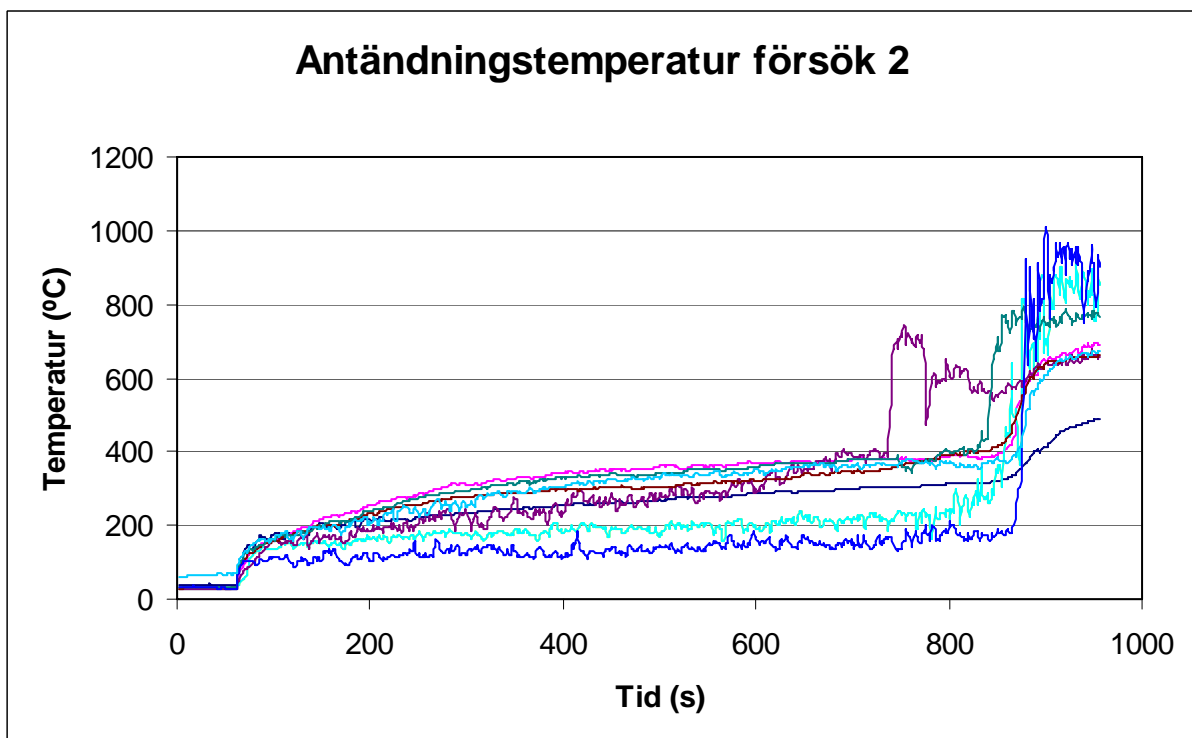
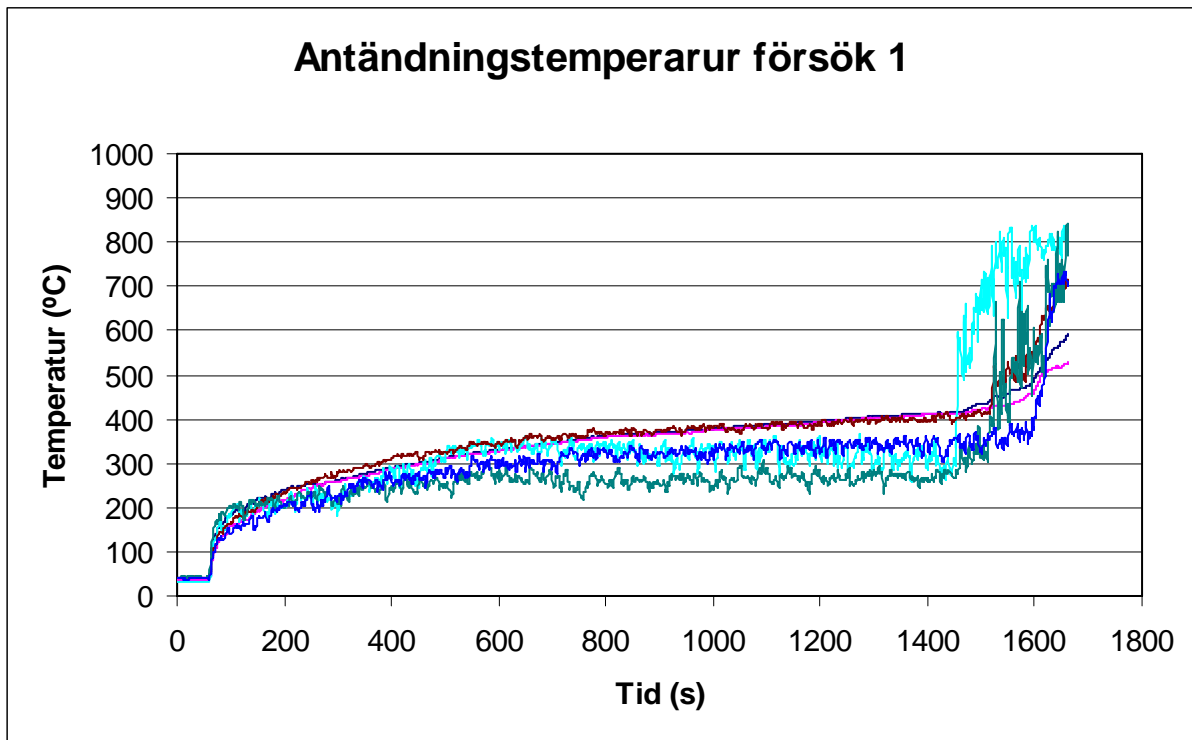
10. Bilagor

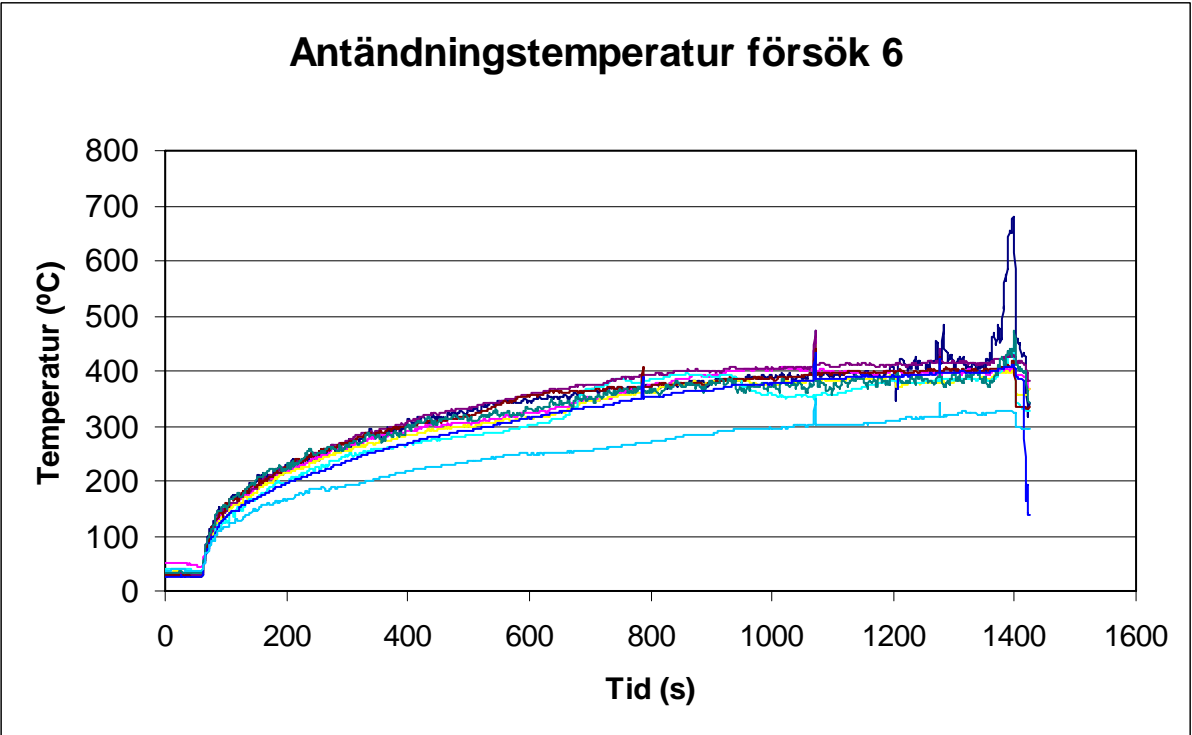
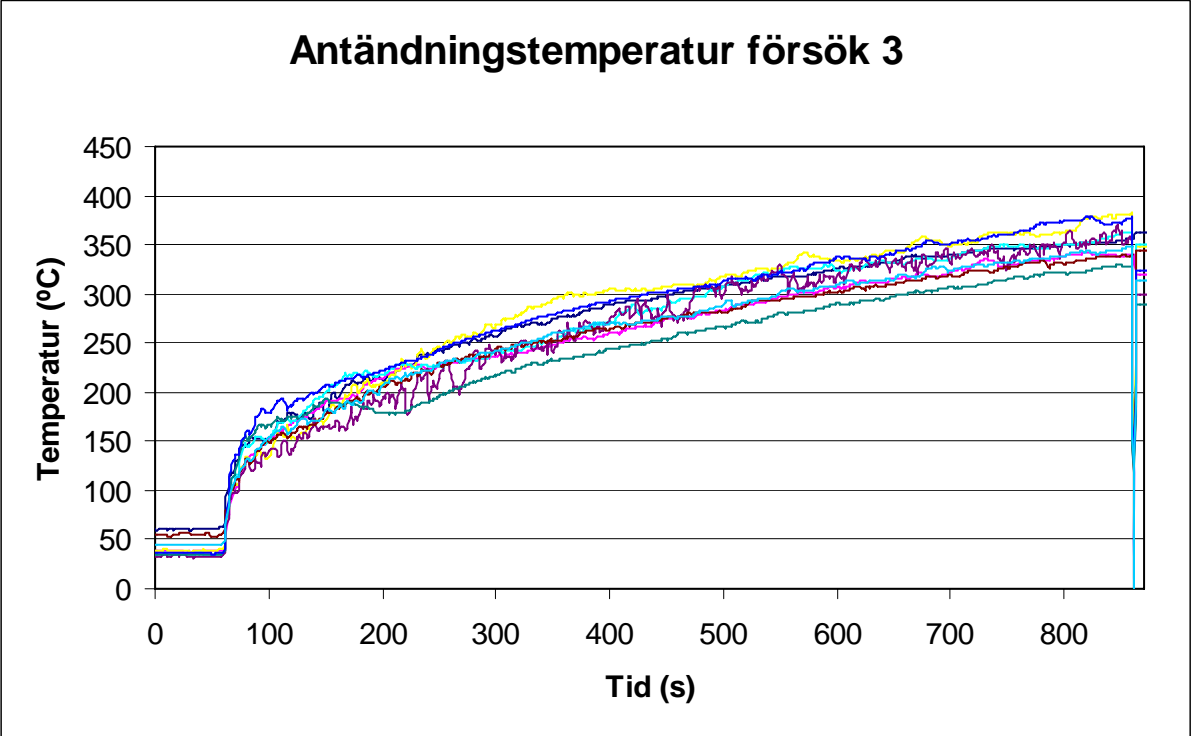
A. Betongrecept

	K60 (kg/m ³)
Cement Std P Degerhamn	375
Grus 0-8 mm, Underås	737
Kross 8-11 mm, X-100*	615
Kross 11-16 mm, X-100*	403
Silika, 7% (slurry)	26,3
Luftporbildare, L-14	0,15
Flyttillsats, 92M, 2%	7,5
Vatten (totalt)	155
Vct	0,41
* porfyrisk metavulkanit av pyroklastiskt ursprung	

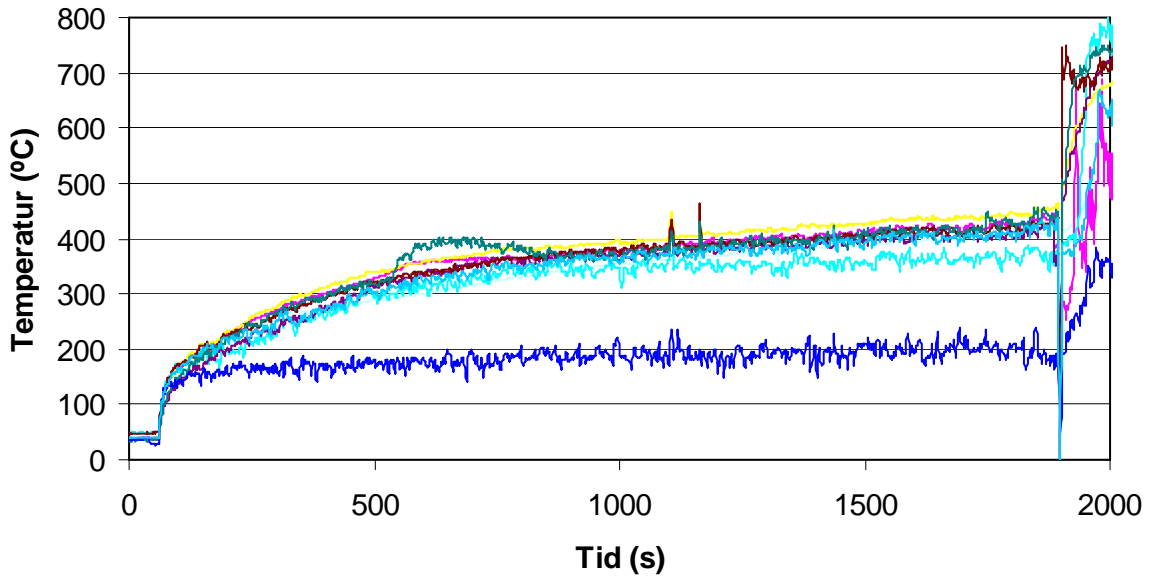
Detta recept används för vägbetong i Sverige.

B. Antändningstemperatur

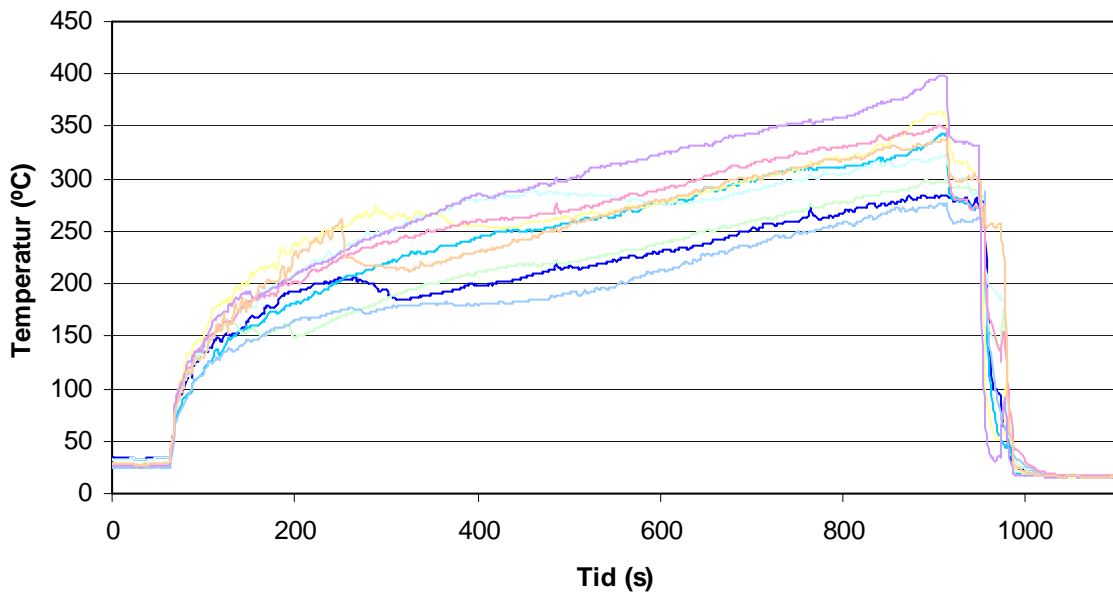




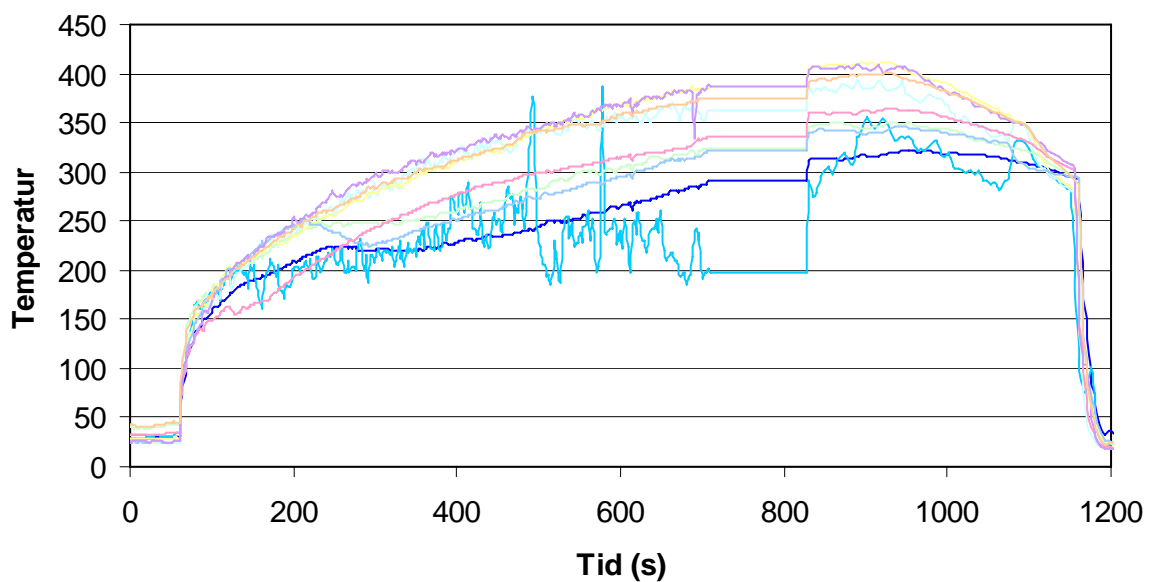
Antändningstemperatur försök 9



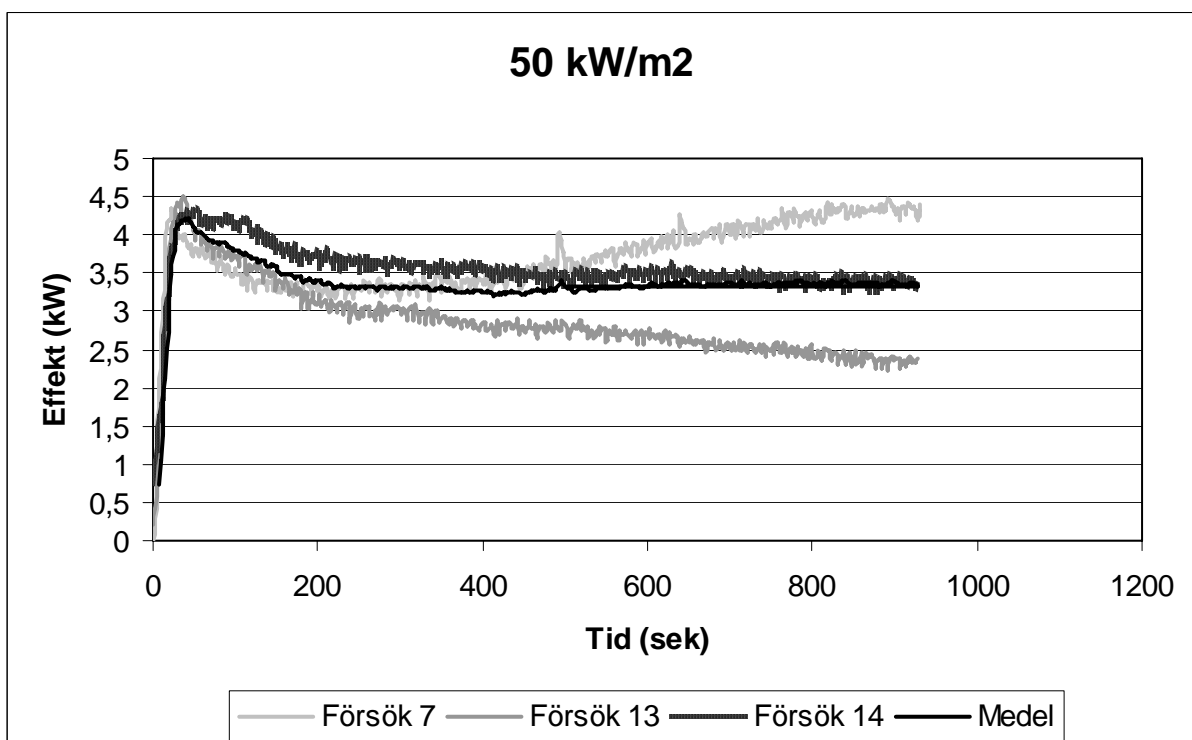
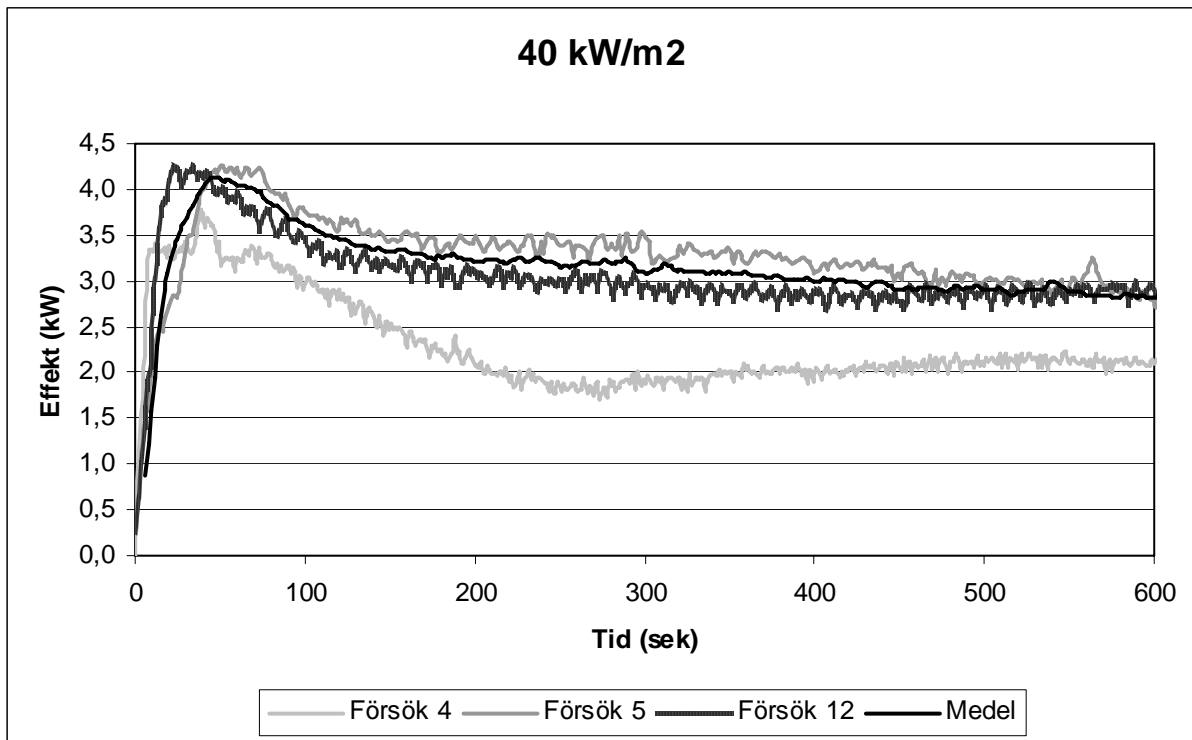
Antändningstemperatur försök 10

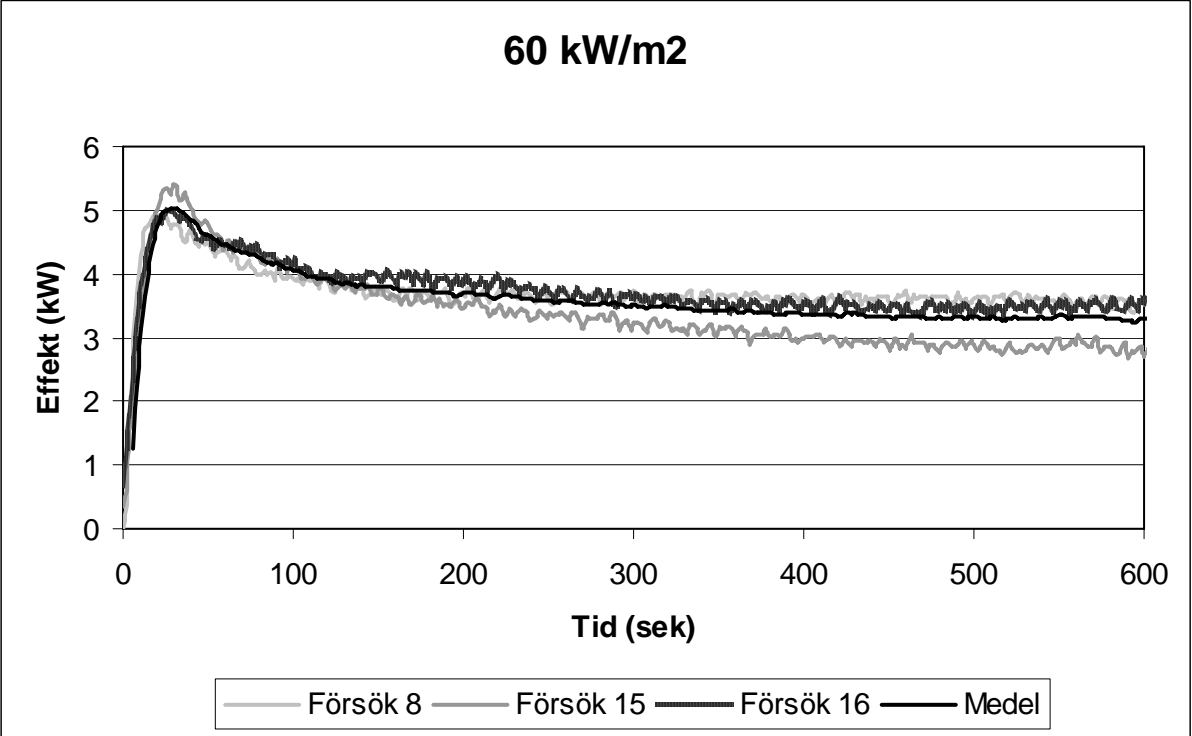


Antändningstemperatur försök 11

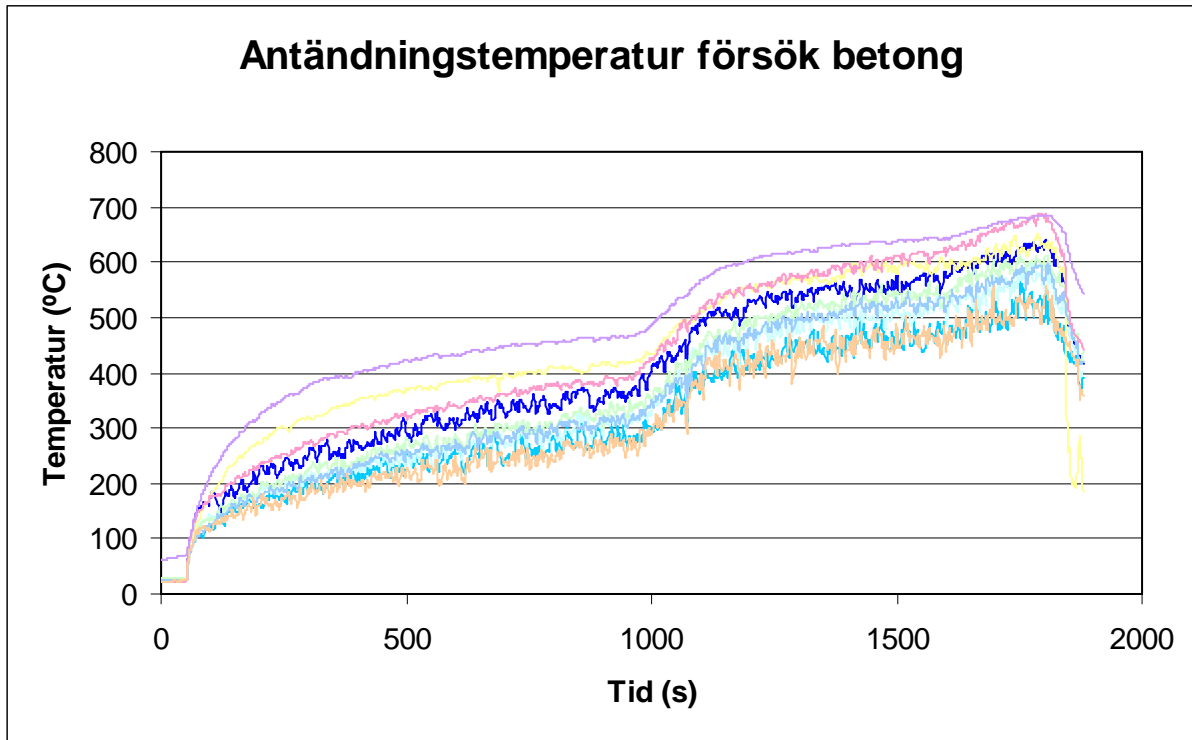


C. Effektkurvor





D. Yttemperatur betongförsök



E. Exempel: Genomgående konservativ beräkning

En persons gånghastighet (km/h) beror på en mängd olika faktorer. Detta exempel är förenklat och tar endast upp fem olika variabler upp. Gånghastigheten är en normalpersons med packning, normala skor, i terräng och standard väder. Värdena finns nedan i tabellen.

	Medel	Övre	Nedre
Gånghastighet	5 ± 3	8	2
Packning	0 ± 2	2	-2
Skodon	0 ± 1	1	-1
Terräng	0 ± 2	2	-2
Väderförhållande	0 ± 1	1	-1
Summa	5	14	-4

Skall det beräknas hur fort en person vandrar kan denna tabell användas. Vid genomgående lågt konservativt antagande kommer personen att *backa* med 4 km/h och vid genomgående högt blir hastigheten 14 km/h (dvs. milen på 43 minuter vilket tangerar OS rekordet på 50 km gång, vilket är ganska hyfsat i terräng med packning). Detta speglar problemet med att konsekvent välja konservativa värden under beräkningars gång.

Värdena som används i detta exempel är uppskattningar utifrån egna erfarenheter.

F. Indatafiler till FDS

Scenario 1 med asfalt som vägbeläggning

&HEAD CHID='Asfalt5',TITLE='Ex-jobb Asfalt' /

/grid asfaltbrand

&GRID IBAR=25, JBAR=1225, KBAR=30 /

&PDIM XBAR=5.00, YBAR0=-10.00, YBAR=230.00, ZBAR=6.0 /

&TIME TWFIN=450 /

&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE',NFRAMES=1200,

 DATABASE='E:\CFD\fds\database3\database4.data',

 REACTION='WOOD',RESTART=.TRUE./

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=3000., TAU_Q=60.0, RGB=1,0.5,0, PART_ID='tracers'/

&SURF ID='WIND',VEL=-3.,PROFILE='ATMOSPHERIC',Z0=3.,PLE=0.15 /

&VENT XB= 4.00, 5.00, 5.00, 10.00, 1.40, 1.40, SURF_ID='BURNER', T_ACTIVATE=60. /Brand

&VENT XB= 0.20, 5.00, -10.00, -10.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='WIND' /Vind

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 0.20, SURF_ID='ASPHALT', RGB=0.0,0.0,0.0 /Golv

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 5.80, 6.00, RGB=1.0,1.0,0.0 /Tak

&OBST XB= 0.00, 0.20, -10.00, 230.00, 0.20, 5.80, RGB=1.0,1.0,0.0 /Vägg 1

&OBST XB= 4.00, 5.00, 5.00, 10.00, 0.40, 1.40, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil

&OBST XB= 4.00, 5.00, 10.00, 11.00, 0.40, 2.40, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hytt

&OBST XB= 4.00, 4.20, 10.00, 10.60, 0.20, 0.40, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hjul fram

&OBST XB= 4.00, 4.20, 5.60, 6.20, 0.20, 0.40, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hjul bak

&HOLE XB= 4.20, 5.00, 10.00, 11.00, 1.60, 2.20, T_CREATE=90. /Lätt lastbil ruta

&VENT XB= 5.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 6.00, SURF_ID='MIRROR' /

&VENT XB= 0.20, 5.00, 230.00, 230.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='OPEN' /Öppning

&THCP XYZ= 4.80, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m kanten' /

```

&THCP XYZ= 4.80, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m kanten' /

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='WALL_TEMPERATURE' /

&PL3D DTSAM=15./
&PL3D QUANTITIES='TEMPERATURE','U-VELOCITY','V-VELOCITY','W-VELOCITY','HRRPUV' /
&PL3D WRITE_XYZ=.TRUE./

```

Scenario 1 med betong som vägbeläggning

&HEAD CHID='Asfalt6',TITLE='Ex-jobb Asfalt' /

/grid asfaltbrand

&GRID IBAR=25, JBAR=1225, KBAR=30 /

&PDIM XBAR=5.00, YBAR0=-10.00, YBAR=230.00, ZBAR=6.0 /

&TIME TWFIN=450 /

&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE',NFRAMES=1200,

DATABASE='E:\CFD(fds)\database3\database4.data',

REACTION='WOOD',RESTART=TRUE.

&SURF ID='BURNER',HRRPUA=3000.,TAU_Q=60.0,RGB=1.0.5.0,PART_ID='tracers'/

&SURF ID='WIND',VEL=-3.,PROFILE='ATMOSPHERIC',Z0=3.,PLE=0.15 /

&VENT XB= 4.00, 5.00, 5.00, 10.00, 1.40, 1.40, SURF_ID='BURNER',T_ACTIVATE=60./Brand

&VENT XB= 0.20, 5.00, -10.00, -10.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='WIND' /Vind

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 0.20, RGB=0.5.0.5.0.5 /Golv

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 5.80, 6.00, RGB=1.0.1.0.0.0 /Tak

&OBST XB= 0.00, 0.20, -10.00, 230.00, 0.20, 5.80, RGB=1.0.1.0.0.0 /Vägg 1

&OBST XB= 4.00, 5.00, 5.00, 10.00, 0.40, 1.40, SURF_ID='SHEET METAL',RGB=1.0.0.0.0.0 /Lätt lastbil

&OBST XB= 4.00, 5.00, 10.00, 11.00, 0.40, 2.40, SURF_ID='SHEET METAL',RGB=1.0.0.0.0.0 /Lätt lastbil hytt

&OBST XB= 4.00, 4.20, 10.00, 10.60, 0.20, 0.40, SURF_ID='PLASTIC A',RGB=0.0.0.0.0.0 /Lätt lastbil hjul fram

&OBST XB= 4.00, 4.20, 5.60, 6.20, 0.20, 0.40, SURF_ID='PLASTIC A',RGB=0.0.0.0.0.0 /Lätt lastbil hjul bak

&HOLE XB= 4.20, 5.00, 10.00, 11.00, 1.60, 2.20, T_CREATE=90./Lätt lastbil ruta

&VENT XB= 5.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 6.00, SURF_ID='MIRROR' /

&VENT XB= 0.20, 5.00, 230.00, 230.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='OPEN' /Öppning

&THCP XYZ= 4.80, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m mitten' /

&THCP XYZ= 2.60, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m halva' /

&THCP XYZ= 0.40, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m mitten' /

```

&THCP XYZ= 2.60, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m kanten' /

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='WALL_TEMPERATURE' /

&PL3D DTSAM=15./
&PL3D QUANTITIES='TEMPERATURE','U-VELOCITY','V-VELOCITY','W-VELOCITY','HRRPUV' /
&PL3D WRITE_XYZ=.TRUE./

```

Scenario2 med asfalt som vägbeläggning

```
&HEAD CHID='Asfalt7',TITLE='Ex-jobb Asfalt' /

/grid asfaltbrand
&GRID IBAR=25, JBAR=1200, KBAR=30 /
&PDIM XBAR=5.00, YBAR0=-10.00, YBAR=230.00, ZBAR=6.0 /

&TIME TWFIN=500 /

&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE',NFRAMES=1500,
  DATABASE='E:\CFD(fds)\database3\database4.data',
  REACTION='WOOD',RESTART=.TRUE./

&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 1 , F = 124.3826 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 2 , F = 250.9036 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 4 , F = 510.32 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 6 , F = 778.1676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 8 , F = 1054.3648 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 10 , F = 1338.83 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 12 , F = 1631.4816 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 14 , F = 1932.238 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 16 , F = 2241.0176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 18 , F = 2557.7388 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 20 , F = 2882.32 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 22 , F = 3214.6796 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 24 , F = 3554.736 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 26 , F = 3902.4076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 28 , F = 4257.6128 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 30 , F = 4620.27 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 32 , F = 4990.2976 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 34 , F = 5367.614 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 36 , F = 5752.1376 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 38 , F = 6143.7868 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 40 , F = 6542.48 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 42 , F = 6948.1356 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 44 , F = 7360.672 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 46 , F = 7780.0076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 48 , F = 8206.0608 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 50 , F = 8638.75 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 52 , F = 9077.9936 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 54 , F = 9523.71 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 56 , F = 9975.8176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 58 , F = 10437.2348 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 60 , F = 10898.88 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 62 , F = 11369.6716 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 64 , F = 11846.528 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 66 , F = 12329.3676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 68 , F = 12818.1088 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 70 , F = 13312.67 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 72 , F = 13812.9696 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 74 , F = 14318.926 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 76 , F = 14830.4576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 78 , F = 15347.4828 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 80 , F = 15869.92 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 82 , F = 16397.6876 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 84 , F = 16930.704 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 86 , F = 17468.8876 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 88 , F = 18012.1568 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 90 , F = 18560.43 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 92 , F = 19113.6256 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 94 , F = 19671.662 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 96 , F = 20234.4576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 98 , F = 20801.9308 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 100 , F = 21374 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 102 , F = 21950.5836 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 104 , F = 22531.6 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 106 , F = 23116.9676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 108 , F = 23706.6048 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 110 , F = 24300.43 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 112 , F = 24898.3616 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 114 , F = 25500.318 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 116 , F = 26106.2176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 118 , F = 26715.9788 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 120 , F = 27329.52 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 122 , F = 27946.7596 /
```


&RAMP ID ='LASTBIL', T = 124 , F = 28567.616 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 126 , F = 29192.0076 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 128 , F = 29819.8528 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 130 , F = 30451.07 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 132 , F = 31085.5776 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 134 , F = 31723.294 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 136 , F = 32364.1376 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 138 , F = 33008.0268 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 140 , F = 33654.88 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 142 , F = 34304.6156 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 144 , F = 34957.152 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 146 , F = 35612.4076 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 148 , F = 36270.3008 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 150 , F = 36930.75 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 152 , F = 37593.6736 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 154 , F = 38258.99 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 156 , F = 38926.6176 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 158 , F = 39596.4748 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 160 , F = 40268.48 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 162 , F = 40942.5516 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 164 , F = 41618.608 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 166 , F = 42296.5676 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 168 , F = 42976.3488 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 170 , F = 43657.87 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 172 , F = 44341.0496 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 174 , F = 45025.806 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 176 , F = 45712.0576 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 178 , F = 46399.7228 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 180 , F = 47088.72 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 182 , F = 47778.9676 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 184 , F = 48470.384 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 186 , F = 49162.8876 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 188 , F = 49856.3968 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 190 , F = 50550.83 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 192 , F = 51246.1056 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 194 , F = 51942.142 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 196 , F = 52638.8576 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 198 , F = 53336.1708 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 200 , F = 54034 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 202 , F = 54732.2636 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 204 , F = 55430.88 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 206 , F = 56129.7676 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 208 , F = 56828.8448 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 210 , F = 57528.03 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 212 , F = 58227.2416 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 214 , F = 58926.398 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 216 , F = 59625.4176 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 218 , F = 60324.2188 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 220 , F = 61022.72 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 222 , F = 61720.8396 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 224 , F = 62418.496 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 226 , F = 63115.6076 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 228 , F = 63812.0928 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 230 , F = 64507.87 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 232 , F = 65202.8576 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 234 , F = 65896.974 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 236 , F = 66590.1376 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 238 , F = 67282.2668 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 240 , F = 67973.28 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 242 , F = 68663.0956 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 244 , F = 69351.632 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 246 , F = 70038.8076 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 248 , F = 70724.5408 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 250 , F = 71408.75 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 252 , F = 72091.3536 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 254 , F = 72772.27 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 256 , F = 73451.4176 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 258 , F = 74128.7148 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 260 , F = 74804.08 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 262 , F = 75477.4316 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 264 , F = 76148.688 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 266 , F = 76817.7676 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 268 , F = 77484.5888 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 270 , F = 78149.07 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 272 , F = 78811.1296 /
&RAMP ID ='LASTBIL', T = 274 , F = 79470.686 /

&RAMP ID='LASTBIL', T = 276 , F = 80127.6576 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 278 , F = 80781.9628 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 280 , F = 81433.52 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 282 , F = 82082.2476 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 284 , F = 82728.064 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 286 , F = 83370.8876 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 288 , F = 84010.6368 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 290 , F = 84647.23 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 292 , F = 85280.5856 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 294 , F = 85910.622 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 296 , F = 86537.2576 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 298 , F = 87160.4108 /
&RAMP ID='LASTBIL', T = 300 , F = 87780 /

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=0.028, RAMP_Q = 'LASTBIL',RGB=1,0.5,0 /
&SURF ID='WIND',VEL=-3.,PROFILE='ATMOSPHERIC',ZO=3.,PLE=0.15 /

&VENT XB= 3.80, 5.00, 5.00, 20.00, 1.40, 1.40, SURF_ID='BURNER', T_ACTIVATE=60. /Brand
&VENT XB= 0.20, 5.00, -10.00, -10.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='WIND' /Vind

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 0.20, SURF_ID='ASPHALT', RGB=0.0,0.0,0.0 /Golv
&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 5.80, 6.00, RGB=1.0,1.0,0.0 /Tak

&OBST XB= 0.00, 0.20, -10.00, 230.00, 0.20, 5.80, RGB=1.0,1.0,0.0 /Vägg 1
&OBST XB= 3.80, 5.00, 5.00, 20.00, 0.60, 1.40, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil
&OBST XB= 3.80, 5.00, 20.00, 22.20, 0.60, 3.20, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hytt

&OBST XB= 3.80, 4.20, 20.80, 21.60, 0.20, 0.60, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hjul fram
&OBST XB= 3.80, 4.20, 17.60 18.40, 0.20, 0.60, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0.0,0.0,0.0 /Lätt lastbil hjul bak

&VENT XB= 5.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 6.00, SURF_ID='MIRROR' /
&VENT XB= 0.20, 5.00, 230.00, 230.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='OPEN' /Öppning

&THCP XYZ= 4.80, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='30m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='40m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='50m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='60m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='70m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='80m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='90m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='100m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='110m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='120m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m halva' /

```

&THCP XYZ= 0.40, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='130m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m kanten' /

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='WALL_TEMPERATURE' /

&PL3D DTSAM=15./
&PL3D QUANTITIES='TEMPERATURE','U-VELOCITY','V-VELOCITY','W-VELOCITY','HRRPUV' /
&PL3D WRITE_XYZ=.TRUE./

```

Scenario 2 med betong som vägbeläggning

&HEAD CHID='Asfalt8',TITLE='Ex-jobb Asfalt' /

/grid asfaltbrand

&GRID IBAR=25, JBAR=1225, KBAR=30 /

&PDIM XBAR=5.00, YBAR0=-10.00, YBAR=230.00, ZBAR=6.0 /

&TIME TWFIN=400 /

&MISC SURF_DEFAULT='CONCRETE',NFRAMES=1200,
DATABASE='C:\nist\fds\database4\database4.data',
REACTION='WOOD',RESTART=.TRUE./

&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 1 , F = 124.3826 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 2 , F = 250.9036 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 4 , F = 510.32 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 6 , F = 778.1676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 8 , F = 1054.3648 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 10 , F = 1338.83 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 12 , F = 1631.4816 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 14 , F = 1932.238 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 16 , F = 2241.0176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 18 , F = 2557.7388 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 20 , F = 2882.32 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 22 , F = 3214.6796 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 24 , F = 3554.736 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 26 , F = 3902.4076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 28 , F = 4257.6128 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 30 , F = 4620.27 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 32 , F = 4990.2976 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 34 , F = 5367.614 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 36 , F = 5752.1376 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 38 , F = 6143.7868 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 40 , F = 6542.48 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 42 , F = 6948.1356 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 44 , F = 7360.672 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 46 , F = 7780.0076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 48 , F = 8206.0608 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 50 , F = 8638.75 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 52 , F = 9077.9936 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 54 , F = 9523.71 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 56 , F = 9975.8176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 58 , F = 10437.2348 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 60 , F = 10898.88 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 62 , F = 11369.6716 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 64 , F = 11846.528 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 66 , F = 12329.3676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 68 , F = 12818.1088 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 70 , F = 13312.67 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 72 , F = 13812.9696 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 74 , F = 14318.926 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 76 , F = 14830.4576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 78 , F = 15347.4828 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 80 , F = 15869.92 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 82 , F = 16397.6876 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 84 , F = 16930.704 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 86 , F = 17468.8876 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 88 , F = 18012.1568 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 90 , F = 18560.43 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 92 , F = 19113.6256 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 94 , F = 19671.662 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 96 , F = 20234.4576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 98 , F = 20801.9308 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 100 , F = 21374 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 102 , F = 21950.5836 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 104 , F = 22531.6 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 106 , F = 23116.9676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 108 , F = 23706.6048 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 110 , F = 24300.43 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 112 , F = 24898.3616 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 114 , F = 25500.318 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 116 , F = 26106.2176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 118 , F = 26715.9788 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 120 , F = 27329.52 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 122 , F = 27946.7596 /

&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 124 , F = 28567.616 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 126 , F = 29192.0076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 128 , F = 29819.8528 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 130 , F = 30451.07 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 132 , F = 31085.5776 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 134 , F = 31723.294 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 136 , F = 32364.1376 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 138 , F = 33008.0268 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 140 , F = 33654.88 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 142 , F = 34304.6156 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 144 , F = 34957.152 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 146 , F = 35612.4076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 148 , F = 36270.3008 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 150 , F = 36930.75 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 152 , F = 37593.6736 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 154 , F = 38258.99 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 156 , F = 38926.6176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 158 , F = 39596.4748 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 160 , F = 40268.48 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 162 , F = 40942.5516 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 164 , F = 41618.608 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 166 , F = 42296.5676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 168 , F = 42976.3488 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 170 , F = 43657.87 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 172 , F = 44341.0496 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 174 , F = 45025.806 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 176 , F = 45712.0576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 178 , F = 46399.7228 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 180 , F = 47088.72 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 182 , F = 47778.9676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 184 , F = 48470.384 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 186 , F = 49162.8876 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 188 , F = 49856.3968 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 190 , F = 50550.83 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 192 , F = 51246.1056 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 194 , F = 51942.142 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 196 , F = 52638.8576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 198 , F = 53336.1708 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 200 , F = 54034 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 202 , F = 54732.2636 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 204 , F = 55430.88 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 206 , F = 56129.7676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 208 , F = 56828.8448 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 210 , F = 57528.03 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 212 , F = 58227.2416 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 214 , F = 58926.398 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 216 , F = 59625.4176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 218 , F = 60324.2188 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 220 , F = 61022.72 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 222 , F = 61720.8396 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 224 , F = 62418.496 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 226 , F = 63115.6076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 228 , F = 63812.0928 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 230 , F = 64507.87 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 232 , F = 65202.8576 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 234 , F = 65896.974 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 236 , F = 66590.1376 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 238 , F = 67282.2668 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 240 , F = 67973.28 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 242 , F = 68663.0956 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 244 , F = 69351.632 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 246 , F = 70038.8076 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 248 , F = 70724.5408 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 250 , F = 71408.75 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 252 , F = 72091.3536 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 254 , F = 72772.27 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 256 , F = 73451.4176 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 258 , F = 74128.7148 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 260 , F = 74804.08 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 262 , F = 75477.4316 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 264 , F = 76148.688 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 266 , F = 76817.7676 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 268 , F = 77484.5888 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 270 , F = 78149.07 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 272 , F = 78811.1296 /
&RAMP ID = 'LASTBIL', T = 274 , F = 79470.686 /

&RAMP ID='LASTBIL', T = 276 , F = 80127.6576 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 278 , F = 80781.9628 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 280 , F = 81433.52 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 282 , F = 82082.2476 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 284 , F = 82728.064 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 286 , F = 83370.8876 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 288 , F = 84010.6368 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 290 , F = 84647.23 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 292 , F = 85280.5856 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 294 , F = 85910.622 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 296 , F = 86537.2576 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 298 , F = 87160.4108 /
 &RAMP ID='LASTBIL', T = 300 , F = 87780 /

&SURF ID='BURNER', HRRPUA=0.028, RAMP_Q = 'LASTBIL', RGB=1,0,5,0 /
 &SURF ID='WIND', VEL=-3., PROFILE='ATMOSPHERIC', Z0=3., PLE=0.15 /

&VENT XB= 3.80, 5.00, 5.00, 20.00, 1.40, 1.40, SURF_ID='BURNER', T_ACTIVATE=60. /Brand
 &VENT XB= 0.20, 5.00, -10.00, -10.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='WIND' /Vind

&OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 0.20, RGB=0.5,0.5,0.5 /Golv SURF_ID='ASPHALT',
 &OBST XB= 0.00, 5.00, -10.00, 230.00, 5.80, 6.00, RGB=1,0,1,0,0,0 /Tak

&OBST XB= 0.00, 0.20, -10.00, 230.00, 0.20, 5.80, RGB=1,0,1,0,0,0 /Vägg 1
 &OBST XB= 3.80, 5.00, 5.00, 20.00, 0.60, 1.40, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1,0,0,0,0,0 /Lätt lastbil
 &OBST XB= 3.80, 5.00, 20.00, 22.20, 0.60, 3.20, SURF_ID='SHEET METAL', RGB=1,0,0,0,0,0 /Lätt lastbil hytt

&OBST XB= 3.80, 4.20, 20.80, 21.60, 0.20, 0.60, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0,0,0,0,0,0 /Lätt lastbil hjul fram
 &OBST XB= 3.80, 4.20, 17.60 18.40, 0.20, 0.60, SURF_ID='PLASTIC A', RGB=0,0,0,0,0,0 /Lätt lastbil hjul bak

&VENT XB= 5.00, 5.00, -10.00, 230.00, 0.00, 6.00, SURF_ID='MIRROR' /
 &VENT XB= 0.20, 5.00, 230.00, 230.00, 0.20, 5.80, SURF_ID='OPEN' /Öppning

&THCP XYZ= 4.80, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='30m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='30m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 30.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='30m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='40m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='40m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 40.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='40m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='50m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='50m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 50.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='50m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='60m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='60m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 60.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='60m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='70m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='70m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 70.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='70m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='80m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='80m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 80.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='80m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='90m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='90m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 90.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='90m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='100m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='100m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 100.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='100m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='110m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='110m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 110.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='110m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='120m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='120m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 120.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='120m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='130m mitten' /
 &THCP XYZ= 2.60, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='130m halva' /
 &THCP XYZ= 0.40, 130.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT', LABEL='130m kanten' /

```

&THCP XYZ= 4.80, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 140.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='140m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 150.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='150m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 160.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='160m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 170.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='170m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 180.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='180m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 190.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='190m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 200.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='200m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 210.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='210m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 220.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='220m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='LAYER HEIGHT',LABEL='230m kanten' /

&THCP XYZ= 4.80, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m mitten' /
&THCP XYZ= 2.60, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m halva' /
&THCP XYZ= 0.40, 230.00, 5.00, QUANTITY='VELOCITY',LABEL='230m kanten' /

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='TEMPERATURE'/

&SLCF PBX=5.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=3.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./
&SLCF PBX=1.00,QUANTITY='VELOCITY',VECTOR=.TRUE./

&BNDF QUANTITY='RADIATIVE_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='HEAT_FLUX' /
&BNDF QUANTITY='WALL_TEMPERATURE' /

&PL3D DTSAM=15./
&PL3D QUANTITIES='TEMPERATURE','U-VELOCITY','V-VELOCITY','W-VELOCITY','HRRPUV' /
&PL3D WRITE_XYZ=.TRUE./

```

G. TUKT

Dessa tider är tid från upptäckt till tid till kritiska förhållanden.

Avstånd	Scenario 1 lätt lastbil		Scenario 2 lastbil	
	Betong	Asfalt	Betong	Asfalt
30		337,6	238,7	242,7
40		203,7	245,3	240,3
50		215,3	243,3	236,3
60		227,9	239,3	234,3
70		226,2	234	231
80		206,7	232,7	228,7
90		207,3	223,3	226,3
100		194,65	217	219
110		204	201	213
120		194,6	194,3	191,3
130		163,46	184	183
140		156,2	179,3	180,3
150		147	166,7	160,7
160		152,21	138	136
170		145,5	136,7	131,7
180	328,1	136,5	137,7	134,7
190	184,5	117	131,7	126,7
200	158,6	108,4	105,3	104,3
210	156,4	107,3	83,7	92,7
220	156,4	107,3	81	74