LUND UNIVERSITY

Dokumentering och utvärdering av ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system

Nilsson, Daniel

2007

Link to publication

Citation for published version (APA):
Nilsson, D. (2007). *Dokumentering och utvärdering av ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system*. (LUTVDG/TVBB--7031--SE; Vol. 7031). Fire Safety Engineering and Systems Safety.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Dokumentering och utvärdering av ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system

Daniel Nilsson

Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety
Lund University, Sweden

Brandteknik och riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 7031, Lund 2007

Dokumentering och utvärdering av ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system

Daniel Nilsson

Lund 2007

Dokumentering och utvärdering av ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system

Documentation and evaluation of the ventilation and sprinkler laboratory exercise in the course Fire Detection and Suppression

Daniel Nilsson

Report 7031
ISSN: 1402-3504
ISRN: LUTVDG/TVBB--7031--SE

Number of pages: 26
Illustrations: Daniel Nilsson

Keywords
Fire Detection and Suppression (VBR082), ventilation, sprinkler, laboratory exercise, inquiry-based.

Sökord
Aktiva system (VBR082), ventilation, sprinkler, laboration, undersökningsbaserad.

Abstract
In this report the ventilation and sprinkler laboratory exercise in the course Fire Detection and Suppression (VBR082) has been documented and evaluated. The laboratory exercise contains inquiry-based elements. Students must form hypotheses regarding the outcome of the experiments before they are performed and to some extent the students can decide what scenarios should be tested in the exercise. Recommendations of how to improve the laboratory exercise are given in the report and are based on the documentation and evaluation.

© Copyright: Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2006.

Brandteknik och riskhantering
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund

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

Telefon: 046 - 222 73 60
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
and Systems Safety
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund, Sweden

brand@brand.lth.se
http://www.brand.lth.se/english

Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Förord

Under vårterminen 2007 deltog författaren i kursen *Den goda övningen* som ges av Genombrottet, Lunds tekniska högskola (LTH). I kursen behandlas laborationer, övningar och grupparbeten. Dessutom ingår ett projektarbete där kursdeltagarna ges möjlighet att utveckla egen undervisning eller genomföra en empirisk studie av ett fenomen relaterat till tillämpad undervisning. I följande rapport redovisas författarens projektarbete, vilket handlar om ventilations- och sprinklerlaborationen i kursen *Aktiva system* (VBR082) som ges av Brandteknik och riskhantering, LTH.

Under arbetets gång har flertalet personer hjälp till med främst framtagning av nödvändig information om ventilations- och sprinklerlaborationen. Ett sort tack riktas därför till professor Göran Holmstedt vid Brandteknik och riskhantering, LTH, och professor Lars Jensen vid Installations- och klimatiseringslära, LTH. Dessutom vill författaren tacka forskningsingenjör Sven-Ingvar Granemark vid Brandteknik och riskhantering, LTH, för hans hjälp och goda råd om laborationen. Ett stort tack riktas även till Anders Ahlberg och Mattias Alveteg på Genombrottet, LTH, för goda råd och synpunkter .

Lund, 10 april 2007

Daniel Nilsson

Sammanfattning

Laborationer är idag ett vanligt moment i de flesta ingenjörsutbildningar. Ordet laboration används dock för att beteckna många olika typer av aktiviteter. I vissa fall är laborationer övningar framför dator, vilket är vanligt inom matematik och datorvetenskap, medan laboration i andra fall betecknar experiment som studenterna genomför i ett laboratorium. I följande rapport används benämningen laboration uteslutande för att beteckna experiment som genomförs av studenter i ett laboratorium eller liknande lokal.

Många laborationer innehåller moment där studenterna själva aktivt ska genomföra försök, men graden av påverkan som studenterna har på genomförandet och upplägget kan vara mycket varierande. Traditionella laborationer kritiserats ibland eftersom studenterna förses med en detaljerad handledning som beskriver steg för steg vad de ska göra, vilket inte stimulerar till eget tänkande. På senare år har röster höjts för att man ska övergå från traditionella laborationer till undersökningsbaserade. Undersökningsbaserad innebär att laborationen utgår från ett specifikt problem eller en frågeställning och att studenterna har möjlighet att påverka. Graden av studentpåverkan kan dock variera mycket.

I denna rapport har en laboration i kursen Aktiva system (VBR082) som ges av Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola, dokumenterats och utvärderats. Laborationen, vilken innehåller undersökningsbaserade inslag, kallas ventilations- och sprinklerlaborationen eftersom dessa delar ingår. De undersökningsbaserade inslagen består främst av att studenterna ska formulera en hypotes om utfallet innan de genomför vissa försök. Eftersom studenterna tvingas formulera en hypotes måste de fundera över försöket på förhand, vilket anses kunna förbättra inlärningen. I ett försök ska studenterna även själva välja den frågeställning som ska studeras.

I rapporten ges förslag på hur sprinkler- och ventilationslaborationen kan förbättras. En av de brister som upptäcktes var att dokumentationen om laborationen var otillräcklig. Därför rekommenderas att dokumentation tas fram till både studenter och laborationshandledare. Denna rapport kan ses som ett led i framtagningen av dokumentation till handledare. Rapporten kan läsas av framtida handledare som vill sätta sig in i laborationen och i undersökningsbaserade laborationer i allmänhet.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING 1

1.1. MÅL OCH SYFTE 3
1.2. METOD 3
1.3. AVGRÄNSNINGAR 4

2. DOKUMENTERING AV LABORATIONEN 5

2.1. BAKGRUNDEN TILL LABORATIONEN OCH TIDIGARE UTFORMNING 5
2.2. BESKRIVNING AV LABORATIONEN 6
2.3. UPPTÄCKTA BRISTER OCH FÖRBÄTTRINGSMÖJLIGHETER 11

3. FÖRSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR 13

1. Inledning

Inom universitets- och högskoleutbildningar används ordet laboration för att beteckna olika typer av aktiviteter och det verkar inte finnas någon gemensam definition. Ofta används beteckningen för att beskriva praktiskt arbete som studenter genomför i ett laboratorium, vilket är vanligt i kurser inom kemi, fysik och mekanik. Det förkommer även att laboration betecknar aktiviteter som studenter genomför med hjälp av dator, t ex analys av data, simulering eller programmering. Denna användning av begreppet är vanligt i kurser inom exempelvis matematik, statistik och datavetenskap. I följande rapport används benämningen laboration uteslutande för att beteckna experiment som genomförs av studenter i ett laboratorium eller liknande lokal.

Laborationer är en naturlig del av de flesta ingenjörsutbildningar och utgör ofta ett komplement till föreläsningar och övningar. En av de stora fördelarna med laborationer är att studenterna ges möjlighet att praktiskt testa teorier och deras tillämpning. Denna träning kan i bästa fall bidra till att befästa kunskaper som undervisats vid föreläsningar och övats vid övningstillfällen. Dessutom erbjuder laborationer möjligheten att belysa exempelvis generaliserbarheten och begränsningarna med en given modell eller teori.

Många laborationer innehåller moment av variation, t ex identiska analyser av olika ämnen inom kemi eller jämförelser mellan serie- och parallellkopplade kretsar inom ellära. Betydelsen av variation för inlärning har bland annat betonats av Bowden och Marton (2004). Enligt deras teori lär sig personer genom att uppleva förändringar i ett i övrigt invariant system. Exempelvis kan en person lära sig betydelsen av ironi genom att lyssna på sättet en mening framförs, t ex tonfallet och sammanhanget, och samtidigt studera andras reaktioner. I detta fall utgör själva meningen en invariant variabel och framförandet variationen. Bowden och Marton (2004) påpekar även att människor har en förmåga att tillämpa inlärda variationsmönster på nya situationer. Exempelvis kan en person som behärskar ironi förstå betydelsen av framförandet oavsett vilken mening som sägs. I laborationer är det ofta lätt att introducera variationer som studenten själv får uppleva, vilket i bästa fall kan ge upphov till fördjupad förståelse av det studerade fenomenet.

Enligt tidigare utgör laborationer ofta ett komplement till föreläsningar och övningar. Även i detta fall är variationsbegreppet tillämpbart eftersom laborationen skiljer sig från de två andra aktiviteterna. Vid föreläsningar intar studenter en relativt passiv roll och ägnar sig mestadels åt att ta emot och bearbeta inkommande intryck. I samband med övningar är studenter mer aktiv, men i många övningssammanhang saknas klara kopplingar till faktiska upplevelser. Även om studenten genomför beräkningar för praktiska problem, måste han eller hon först skapa sig en konceptuell bild av problemet och därefter tillämpa inlärd teori för att ta fram en lösning. Studenterna har alltså ingen möjlighet att uppleva problemet och utfallet med sina egna sinnen. Detta kan däremot uppnås vid laborationer där studenterna ofta är aktiva och själva kan genomföra försök och förnimma utfallen av dessa. Eftersom föreläsningar, övningar och laborationer skiljer sig åt utgör de tillsammans en bra grund för effektiv inlärning. Variationen i aktiviteternas upplägg ger studenterna möjlighet att lära sig om exempelvis en teori på olika sätt, vilket är gynnsamt för inlärningen.

De flesta laborationer innehåller moment där studenterna själva aktivt ska genomföra försök. Däremot existerar stora variationer mellan möjligheten att själv påverka upplägget och genomförandet. I många traditionella laborationer förses studenten med en mycket detaljerad handledning, vilken steg för steg beskriver vad som ska

göras. Denna typ av laboration har kritiserats och ibland liknats vid att följa ett recept i en kokbok (Lord & Orkwiszewski, 2006; Cruickshank & Olander, 2002). På senare tid har många röster höjts för en övergång från traditionella till undersökningsbaserade laborationer (Lord & Orkwiszewski, 2006; Adami, 2006; Cruickshank & Olander, 2002; Axelsson, 1998). Begreppet undersökningsbaserad innebär att laborationen utförs utifrån en frågeställning eller ett specifikt problem och att studenten kan påverka upplägget. Graden av påverkan kan dock variera, men grundtanken är att studenten själv ska tar ansvar för sitt laborativa arbete och inte kan förlita sig på ett traditionellt kokboksrecept.

Ett exempel på ett undersökningsbaserat angreppssätt presenteras av Adami (2006) som gjorde om en traditionell laboration så att den blev projektbaserad och dessutom fick en klar koppling till verkligheten. I laborationen skulle studenterna analysera ett prov som de själva hade tagit från ett vattendrag. Efter provtagningen fick studenterna analysera provet med hjälp av utvalda tester som var relevanta för deras vattendrag. När testresultaten hade analyserats skrevs en rapport och dessutom presenterades resultaten vid ett avslutande seminarium. Adami (2006) menar att det nya angreppssättet gjorde studenterna mer motiverade och fick dem att känna större ansvar. Dessutom ansågs upplägget bidra till att deras intresse för forskningsmetodik ökade. Resultaten från årliga utvärderingar av kurser visade dessutom att det nya upplägget uppskattades av studenterna och kursen fick i de flesta fall ett högre betyg än traditionella kurser vid samma fakultet. Laborationen som presenterats av Adami (2006) är ett bra exempel på hur en laboration kan utformas så att studenten får möjlighet att arbeta självständigt utifrån ett verkligt problem.

I en studie av Waks och Sabag (2004) undersöktes om ett undersökningsbaserat upplägg på laborationer bidrog till ökad inlärning. Det mest intressanta med deras undersökning är att de delade in studenterna i en elektronikkurs i två grupper, nämligen en experimentell grupp som deltog i projektbaserade laborationer och en kontrollgrupp som deltog i traditionella laborationer. De projektbaserade laborationerna byggde på att studenterna själva fick välja ett ämne, antingen från en lista eller utifrån ett eget förslag, som de skulle jobba med i grupp. Arbetet gick ut på att de skulle designa, bygga och utvärdera ett kretskort. Dessutom ingick informationsinsamling före byggandet och framtagning av lämplig dokumentation. Studenterna i kontrollgruppen deltog i traditionella laborationer där de skulle bygga kretskort.

Under kursens gång gavs studenterna tre kunskapsprov, nämligen ett som testade deras förkunskaper från en tidigare elektronikkurs och två som testade kunskaper från den aktuella kursen. Studenternas resultat på proven visar att kontrollgruppen presterade bättre på förkunskapsprovet, men sämre på de övriga två proven. Detta antyder att det undersökningsbaserade angreppssättet var fördelaktigt för studenternas inlärning. Dessutom gavs studenterna ytterligare två kunskapsprov i följande elektronikkurs och resultaten visar att kontrollgruppen fortfarande presterade sämre. Detta resultat kan tolkas som att upplägget på laborationer inte bara påverkade studenternas inlärning i den aktuella kursen utan även i framtida kurser.

Liknade resultat presenteras av Lord och Orkwiszewski (2006) som parallellt genomförde en undersökningsbaserad och en traditionell laboration om osmos. Studenternas resultat på ett kunskapsprov visade att de studenter som hade deltagit i den undersökningsbaserade laborationen fick bättre resultat. Dessutom visar Lord och Orkwiszewskis (2006) studie att studenterna var mer positivt inställda till forskning och var bättre på att lösa vetenskapliga problem än de studenter som deltog i den traditionella laborationen.

I många fall kan det vara arbetsamt och dyrt att göra om en hel laboration så att den blir undersökningsbaserad. Ett alternativ kan därför vara att istället introducera mindre moment i en traditionell laboration, vilka stimulerar studenterna att tänka självständigt. Ett exempel på detta presenteras av Knabb och Misquith (2006) som införde undersökningsbaserade utmaningar (*en. inquiry-based challanges*) i sin undervisning. I den laboration som beskrivs av Knabb och Misquith (2006) genomförde studenterna först ett experiment om jäsning enligt en detaljerad procedur. Därefter tilldelades de ett problem som de skulle lösa i grupp, t ex hur salthalten påverkar jäsning. Studenterna skulle sedan formulera en hypotes, utforma och utföra ett experiment, presentera sina resultat och utvärdera hypotesen utifrån resultaten. Inga skrivna instruktioner fanns att tillgå, men det inledande experimentet gjorde att studenterna var väl förtrogna med utrustningen. Syftet med de undersökningsbaserade utmaningarna är att studenterna ska lära sig att arbeta tillsammans och att de ska öva på att lösa problem. Knabb och Misquith (2006) påstår vidare att upplägget övar studenterna på att designa experiment och att de får större förtroende för sin förmåga att samla in och analysera data.

Ytterligare några sätt att stimulera undersökningsbaserat tänkande i traditionella laborationer presenteras av Myer Polacek och Levine Keeling (2005) som bland annat föreslår att miniexperiment införs inom ramen för en befintlig laboration. I dessa miniexperiment ska studenterna i par undersöka en aspekt av en redan genomförd laboration, t ex genom att variera en parameter. Inga skrivna instruktioner ska finnas att tillgå och syftet är att övningen ska träna studenterna i att utforma, genomföra och analysera experiment.

I kursen Aktiva system (VBR082) som ges av Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola, ingår en ventilations- och sprinklerlaboration med undersökningsbaserade inslag. Ett problem är dock att dokumentationen till laborationshandledare i dagsläget är bristfällig, vilket innebär att upplägget sannolikt i stor utsträckning beror på handledaren. Eftersom tidigare forskning tydligt visar att undersökningsbaserade laborationer gynnar inlärningen och dessutom ofta uppskattas av studenter är det önskvärt att laborationen dokumenteras inför framtiden. Dessutom borde laborationen kunna utvecklas till att omfatta fler undersökningsbaserade inslag.

1.1. Mål och syfte

Syftet med arbetet var att inventera och utvärdera ventilations- och sprinklerlaborationen i kursen Aktiva system (VBR082). Målet var vidare att dokumentera laborationen och att utifrån arbetet ge förslag till förbättringar.

1.2. Metod

Arbetet inleddes med en genomgång av relevant litteratur om laborationer. Denna genomgång fokuserades på jämförande studier, nämligen jämförelser mellan undersökningsbaserade och traditionella laborationer, men även litteratur om olika undersökningsbaserade angreppssätt studerades. I nästa steg genomfördes en inventering av befintlig dokumentation om ventilations- och sprinklerlaborationen i kursen Aktiva system och dessutom intervjuades upphovsmännen professor Göran Holmstedt och professor Lars Jensen. Därefter skrevs en sammanfattande beskrivning av laborationen utifrån insamlad information och författarens egna erfarenheter som laborationshandledare. I beskrivningen inkluderades även de förbättringsmöjligheter och brister som upptäckts. Avslutningsvis utarbetades förslag på hur laborationen kan förbättras.

1.3. Avgränsningar

Ursprungligen bestod laborationen av sex stationer, men på grund av bristfällig dokumentation är informationen om många av dessa begränsad. När kursen gavs hösten 2006, vilket var första gången författaren medverkade som handledare, återstod endast fyra stationer. Eftersom informationen om tidigare versioner är bristfällig har utgångspunkten i följande arbete varit den version av laborationen som gavs hösten 2006.

Ytterligare en begränsning med arbetet är att författaren endast handhaft station 1 och 2 och därför är mest förtrogen med dessa. Detta innebär i sin tur att författaren kan återge det faktiska genomförandet trots att detta inte är dokumenterad. Däremot besitter författaren inte denna kunskap för station 3 och 4 och beskrivningen av dessa bygger därför uteslutande på befintlig dokumentation. Eventuella frånsteg från laborationshandledningen som handledaren gjort eller brukar göra för dessa stationer har därför inte återgetts i följande rapport.

2. Dokumentering av laborationen

I följande avsnitt ges en beskrivning av den ventilations- och sprinklerlaboration som ingår i kursen Aktiva system (VBR082) som ges av Brandteknik och riskhantering, LTH. Laborationen har ändrats under årens lopp och beskrivningen bygger på den version som gavs hösten 2006 då författaren var laborationshandledare. Vid inventeringen av ventilations- och sprinklerlaborationen har befintlig dokumentation studerats och dessutom har intervjuer genomförts med upphovsmakarna professor Göran Holmstedt vid Brandteknik och riskhantering, LTH, och professor Lars Jensen vid Installations- och klimatiseringslära, LTH. Dessutom bygger beskrivningen på författarens egna erfarenheter. I slutet av avsnittet har identifierade brister sammanfattats.

2.1. Bakgrunden till laborationen och tidigare utformning

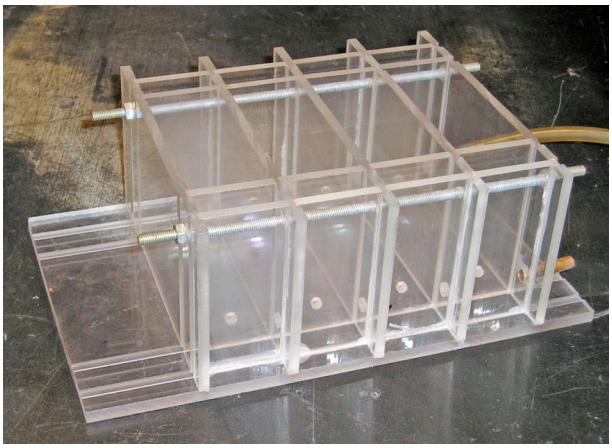
Ventilations- och sprinklerlaborationen i Aktiva system gavs för första gången höstterminen 2002. Anledningen till införandet var ett behov som hade upptäckts, nämligen att studenterna behövde uppleva hur aktiva brandskyddssystem fungerade för att förstå dessa bättre. Andra laborationer i kursen var främst inriktade på olika typer av släckmedel, t ex gaser, skum och pulver, och få laborationsmoment fokuserade direkt på aktiva system, nämligen detektorer, sprinkler och ventilation. Ett undantag var den introduktionslaboration som genomförs på Brandorama under första veckan i kursen, då många av systemen demonstreras. Introduktionslaborationen är ofta uppskattad av studenterna (CEQ, 2006) och anses öka deras intresse för ämnet. Dock har många av studenterna otillräcklig kunskap innan de besöker Brandorama, vilket gör att de har svårt att tillgodogöra sig informationen.

Många av de aktiva brandskyddssystem som ingår i kursen är komplicerade och därför svåra att förstå utifrån enbart demonstrationer och teoretiska beskrivningar. Vid introduktionslaborationen får visserligen studenterna hjälpa till att förbereda försöken, men när försöket genomförs sitter de i en föreläsningssal och studerar förloppet genom en glasvägg. För att studenterna skulle förstå systemen bättre ansågs det viktigt att de själva fick testa dem och en laboration ansågs därför vara den mest lämpliga typen av undervisning. Ventilations- och sprinklerlaborationen ansågs dessutom utgöra ett bra komplement till introduktionslaborationen på Brandorama.

Den första versionen av ventilations- och sprinklerlaborationen, vilken gavs hösten 2002, bestod av sex laborationsmoment, kallade stationer. Vid varje station skulle studenterna genomföra experiment eller datorberäkningar och i vissa fall ingick även demonstration av aktiva system, t ex visades den sprinklercentral och det detektionssystem som finns i korridoren på Brandteknik och riskhantering, LTH. Trots att upplägget på laborationen påminner i viss utsträckning om praktisk problemlösning (Axelsson, 1998), så användes inte denna eller någon annan metod som förlaga.

I de ursprungliga instruktionerna till studenterna angavs att varje station fick ta maximalt 40 minuter och att studenterna skulle arbeta i grupp, se biliga A. Gruppindelningen var samma som till projektarbetet i kursen. De sex stationer som ingick i laborationen från början liknar i stor utsträckning de som ingick hösten 2006 och som beskrivs i avsnittet nedan, se avsnitt 2.2. Antalet stationer har dock minskats genom att station 1 och 2 slagits samman och station 3 uteslutits, se bilaga A. Dessutom har omfattningen av den ursprungliga station 2 minskats genom att demonstrationen av sprinklercentralen och detektionssystemet i korridoren på Brandteknik och riskhantering tagits bort. Den tredje stationen, vilken enligt tidigare uteslutits, gick ut på att studenterna skulle undersöka brandgasspridning i ett FT-

system med fläktar i drift. Vid undersökningen användes en vattenfylld modell i plexiglas av fyra rum och tillhörande ventilationssystem, se figur 1. Genom att höja trycket, d v s vattennivån, i rummen kunde en brand simuleras. Tryckhöjningen åstadkoms genom att tillsätta färgat vatten i ett av rummen. Färgen gjorde det möjligt att följa de simulerade brandgaserna i modellen. Den främsta anledningen till att laborationens omfattning minskades var att den ansågs vara för splittrad och att färre stationer bedömdes medföra en mer sammanhållen laboration.



Figur 1. En plexiglasmodell av fyra rum och tillhörande FT-system med fläktar i drift

2.2. Beskrivning av laborationen

Ventilations- och sprinklerlaborationen består av fyra delmoment, kallade station 1 till 4, som studenterna genomför i grupper på mellan tre och fem personer. Gruppindelningen är identisk med den indelning som används i kursens projektuppgift, vilket innebär att studenterna är vana vid att arbeta tillsammans. Studenterna har dessutom erfarenhet av laborativt arbete i grupperna eftersom indelningen använts vid två tidigare laborationer i kursen. Varje station tar maximalt en timme, vilket innebär att laborationen tar som mest fyra timmar att genomföra om alla stationer gås igenom i en följd.

Den befintliga dokumentationen till laborationen är relativt begränsad. Inför laborationstillfället kan studenterna själva ladda ner ett dokument från LUVIT, vilket kortfattat beskriver laborationens upplägg och innehåll, se bilaga B. Dessutom finns det till vissa av stationerna, nämligen station 2 till 4, en kortfattad beskrivning av genomförandet och experimentuppställningen, se bilaga C till E. För station 3 och 4 finns beskrivningen i digital form, men för station 2 endast i pappersform. Sämst är dokumentationen av station 1, vilken inte finns beskriven i text.

Vanligtvis handhas laborationen av totalt två handledare, nämligen en från Brandteknik och riskhantering och en från Installations- och klimatiseringslära. En av handledarna sköter station 1 och 2 och den andra station 3 och 4. Denna uppdelning har visat sig fungera förhållandevis bra, men kan i startskedet medföra att studenterna måste vänta någon minut innan de får hjälp.

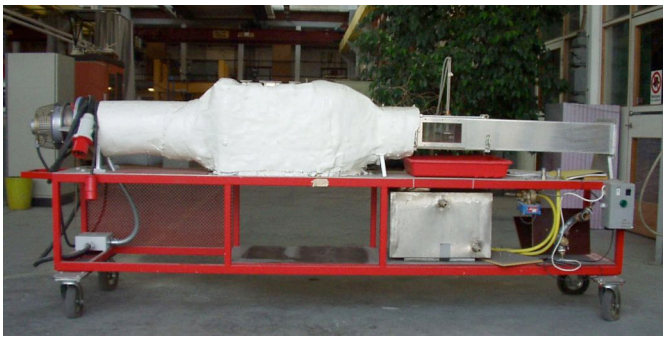
2.2.1. Station 1 – RTI-värde i vindtunnel

Vid station 1 ska studenterna mäta det så kallade RTI-värdet för sprinkler med hjälp av den utrustning som kallas vindtunneln, se figur 2. Studenterna förväntas känna till och kunna härleda begreppet RTI innan laborationen eftersom det ingått i både

föreläsningar och tentamen. Dessutom beskrivs teorin i kurskompendiet om detektion (Nilsson och Holmstedt, 2006).

Innan arbetet inleds går handledaren kortfattat igenom teorin för RTI-mätning. Framför allt betonas de antaganden som genomförs vid härledningen, nämligen att temperaturen i känselelementet antas konstant och att känselelementet antas hänga fritt i en ström av varma gaser. Dessa båda antaganden anses viktiga för förståelsen av de mätfel som kan uppkomma vid laborationen. Genomgången sker lämpligen med hjälp av laminerade bilder som producerades hösten 2006 och avslutas med att ekvationen för beräkning av RTI visas. De laminerade bilderna bör lämpligen vara tillgängliga för studenterna under hela laborationen.

Efter den teoretiska genomgången gås vindtunneln och tillhörande säkerhets-information igenom. Lämpligen demonstreras hur utrustningen ställs in, nämligen temperaturstyrningen av värmeelementet och reglering av flödet med hjälp av spjället. Även metoden för test av sprinklern i vindtunneln beskrivs, se tabell 1. För mer information om utrustningen hänvisas lämpligen studenterna till den tekniska manual som finns i anslutning till vindtunneln. Studenterna informeras även om att de ska mäta vid temperaturen 197 °C och hastigheten 2,56 meter per sekund enligt rekommendationer från FM Approvals (1983). Dessa rekommendationer ska också finnas i anslutning till vindtunneln vid laborationen.



Figur 2. Den vindtunnel som används vid station 1

Vid station 1 ska tre olika mätningar av RTI genomföras. Studenterna får själva välja vad de ska mäta, men kravet är att mätningarna ska utgå från någon intressant frågeställning. Lämpligen ger handledaren några exempel på intressanta fråge-ställningar, t ex

- Hur påverkar sprinklerns riktning gentemot luftströmmen det uppmätta RTI-värdet?
- Hur påverkar bulbens aktiveringstemperatur det uppmätta RTI-värdet, d v s är det stor skillnad mellan bulber med olika färg?
- Kommer det uppmätta RTI-värdet att skilja mycket om identiska mätningar görs på samma sprinkler?

Studenterna bör uppmuntras att välja frågeställningar som är relevanta för deras projektuppgift. När de olika exemplen presenterats får studenterna fundera någon minut och sedan presentera ett förslag för handledaren. Då förslaget presenteras ska de även ange en hypotes, d v s förklara vad de tror att testerna kommer att visa. När både frågeställningen och hypotesen diskuterats genomför studenterna de tre mätningarna och beräkningarna av RTI-värdet på egen hand. Dessutom genomför de

beräkningar av aktiveringstiden och effekten vid aktivering i programmet DetactT2 för de tre uppmätta värdena och en valfri tillväxthastighet för branden.

När samtliga delar är avklarade ska studenterna presentera sina resultat för handledaren. Vid presentationen ska de resovisa sina mätresultat och redogöra för huruvida hypotesen stämde. I förekommande fall måste de även redogöra för varför hypotesen inte stämde. Dessutom ska studenterna diskutera resultaten från simuleringarna i DetactT2 med handledaren. Denna diskussion bör inriktas på brandens effekt vid aktivering och lämpligheten av att endast ange RTI-värdet och inte någon C-faktorn för en given sprinkler. Om den aktuella frågeställningen tillåter kan även metodens, d v s vindtunnelmätningarnas, tillförlitlighet diskuteras. Station 1 ska inte redovisas skriftligt, men däremot är presentationen för handledaren obligatorisk och examinerande.

Tabell 1. Metod vid mätning av RTI-värde i vindtunneln

Steg	Beskrivning
1	Ställ in önskad temperatur i vindtunneln.
2	Ställ in önskad hastighet på gaserna med spjället. (Använd formler för omvandling av hastigheten till dynamiskt tryck.)
3	Montera sprinklern i röret på luckan.
4	Fyll röret med vatten.
5	Ta bort luckan med flödesmätaren och sätt omgående dit luckan med sprinklern och det vattenfyllda röret.
6	Mät tiden till aktivering, d v s tills sprinklerbulben går sönder.
7	Ta bort luckan med sprinklern och det tomma röret och sätt omgående dit luckan med flödesmätaren.
8	Använd hastigheten, temperaturen, omgivningstemperaturen och aktiveringstiden för att beräkna RTI-värdet

2.2.2. Station 2 – Vattenflöde i sprinklersystem

Vid station 2 ska studenterna undersöka flöden i ett sprinklersystem i miniatyr, se figur 3. Studenterna förväntas känna till teorin om tryckförluster och flöden i sprinklersystem innan laborationen eftersom denna behandlats i både föreläsningar och en inlämningsuppgift. Dessutom beskrivs teorin i kurskompendiet om sprinkler (Jensen, 1998a).

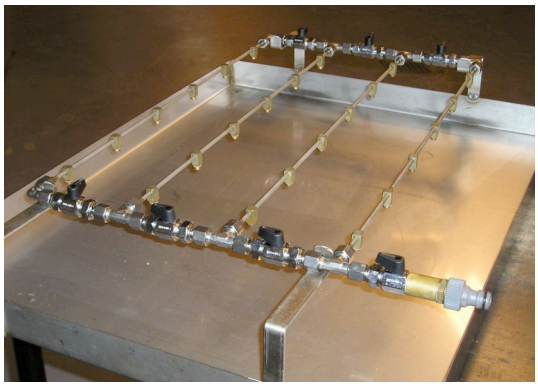
Sprinklersystemet, vilket kopplas via en slang till en vanlig vattenkran, är ett gridrörssystem med två fördelningsrör och fyra gridrör. På matarledningarna finns tre ventiler och dessutom en ventil för avstängning av vattentillförseln. På varje gridrör kan totalt sex öppna munstycken, d v s sprinkler, monteras. Vid laborationen utnyttjas dock bara de två yttersta gridrören, d v s de längst bort från vattentillförseln, och sprinklerna i de två innersta rören plomberas. Förutom sprinklersystemet har studenterna även tillgång till plastmuggar, tidtagarur och en våg.

Innan studenterna börjar laborera ska de läsa igenom den handledning som finns i anslutning till sprinklersystemet, se bilaga C. I handledningen beskrivs de fem fall som studenterna ska undersöka, se figur 4. Undersökningen går ut på att flödet från munstyckena mäts och jämförs. Innan studenterna börjar mäta ska de dock

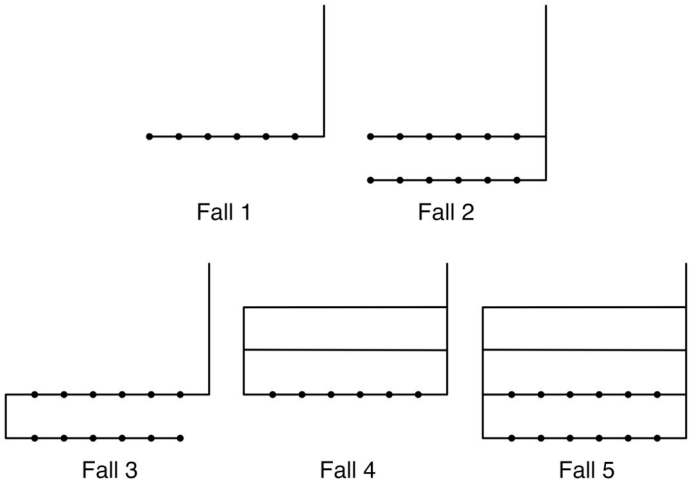
formulera en hypotes om vilken sprinkler som kommer att ge störst respektive minst flöde, d v s ange sämsta och bästa sprinkler, i de olika fallen. Dessutom ska de fundera över om det är stor skillnad mellan sämsta och bästa sprinkler. Dessa hypoteser ska presenteras för handledaren innan försöket inleds.

Det finns olika sätt att mäta flödena från sprinklersystemet. Eftersom studenterna förses med plastmuggar, tidtagarur och en våg kommer majoriteten sannolikt att fylla muggarna med vatten och väga innehållet. Vissa studenter kommer att på förhand definiera hur länge systemet ska spruta vatten, medan andra istället väljer att stoppa flödet och mäta tiden då någon mugg blir full. Eftersom det främst är intressant med grova jämförelser av flöden är en möjlig lösning även att vända på sprinklersystemet och mäta höjden på vattenstrålarna från munstyckena. Det senare angreppssättet är, trots sin enkelhet, dock mycket ovanligt.

När samtliga mätningar är avslutade ska studenterna presentera sina resultat för handledaren. Vid presentationen ska de resovisa sina mätresultat och redogöra för huruvida hypoteserna om bästa och sämsta sprinkler stämde i de olika fallen. Dessutom måste de i förekommande fall förklara varför hypoteserna inte stämde. Vid genomgången med handledaren görs även en jämförelse mellan de olika fallen. Syftet med jämförelsen är att studenterna ska upptäcka att skillnader mellan uppmätta flöden är mindre vid matning från flera håll och att totalflödet ökar för girdrörssystem. Station 2 ska inte redovisas skriftligt, men däremot är presentationen för handledaren obligatorisk och examinerande.



Figur 3. Det sprinklersystem som används vid station 2



Figur 4. De fem fall som studenterna ska undersöka vid station 2
(svarta punkter symboliserar öppna sprinkler)

2.2.3. Station 3 – Brandgasspridning i T-system

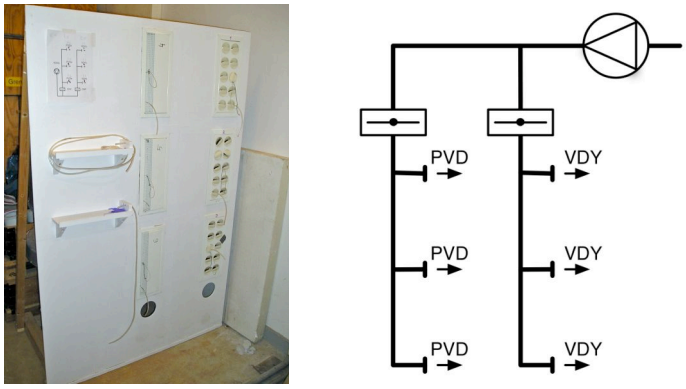
Vid station 3 ska studenterna undersöka brandgasspridning i ett tilluftsventilationssystem (T-system) med fläktar i drift, se figur 5. Studenterna förväntas känna till principen för ventilationsberäkningar eftersom detta behandlats vid föreläsningar. Dessutom beskrivs teorin i kurskompendiet om ventilation (Jensen, 1998b).

Det T-system som används vid station 3 består av en tilluftsfläkt med varvtalsreglering och två grenkanaler med vars ett injusteringsspjäll, se figur 5. På varje grenkanal sitter tre tilluftsdon, nämligen tre av typen PVD på ena och tre av typen VDY på andra. Samtliga don kan injusteras med spjäll.

När studenterna kommer till station 3 förses de med en laborationshandledning som förhållandevis detaljerat beskriver hur arbetet ska genomföras, se bilaga D. Undersökningen går ut på att de sex donen i tur och ordning ska blockeras med ett lock, vilket motsvarar att brandtrycket stiger vid det aktuella donet, samtidigt som flödet genom övriga don mäts. Dessa mätningar genomförs för två olika fall, nämligen med grenkanalernas injusteringsspjäll inställda på maximum respektive minimum, och studenterna fyller i uppmätta värden i en tabell, se bilaga D. Dessutom genomförs mätningar då inget don blockeras. Vid slutet av laborationen ska värdena redovisas för handledaren och dessutom två frågor besvaras, nämligen

- Vad blev högsta brandtryck?
- Vad hände med de övriga flödena och med totalflödet för gränsfallet?

Station 3 ska redovisas skriftligt i form av den tabell som studenterna fyller i och presenterar för handledaren. Rättningen sker lämpligen direkt vid laborationen så att studenterna får omedelbar återkoppling. Dessutom är presentationen av svaren på ovanstående två frågor obligatorisk och examinerande.



Figur 5. Det T-system som används vid station 3

2.2.4. Station 4 – Brandgasspridning i F-system

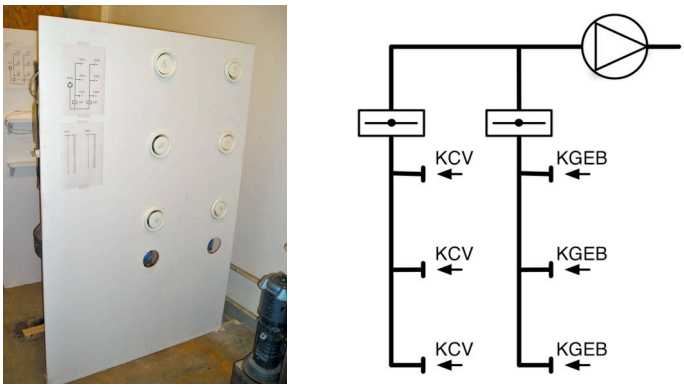
Vid station 4 ska studenterna undersöka brandgasspridning i ett frånluftsventilationssystem (F-system) med fläktar i drift, se figur 6. Studenterna förväntas känna till principen för ventilationsberäkningar eftersom detta behandlats vid föreläsningar. Dessutom beskrivs teorin i kurskompendiet om ventilation (Jensen, 1998b).

Det F-system som används består av en frånluftsfläkt och två grenkanaler med vars ett injusteringsspjäll, se figur 6. På varje grenkanal sitter tre frånluftsdon, nämligen tre av typen KCV på ena och tre av typen KGEB på andra. Samtliga don kan injusteras genom att flytta centrumdelen i förhållande till yttre ringen på donen.

När studenterna kommer till station 4 tilldelas de en laborationshandledning som förhållandevis detaljerat beskriver hur arbetet ska genomföras, se bilaga E. Undersökningen går ut på att en handhållen fläkt sätts över de sex donen i tur och ordning, vilket motsvarar att flödet av brandgaser ökar vid det aktuella donet. Fläktens varvtal justeras sedan tills gränsfallet uppnås, d v s tills flödet är noll vid något av de andra donen. Detta kontrolleras lämpligen genom att vid donen sätta pappersbitar som trillar ner när det inte flödar någon luft mer. När gränsfallet uppnåtts mäts fläktens flöde in i donet och trycket över fläkten, d v s det simulerade brandflödet och brandtrycket, och dessutom flödena över de andra donen. Mätningar genomförs för två olika fall, nämligen med grenkanalernas injusteringsspjäll inställda på maximum respektive minimum, och studenterna fyller i uppmätta värden i en tabell, se bilaga D. Dessutom genomförs mätningar av flöden för samtliga don utan den handhållna fläkten. Vid slutet av laborationen ska värdena redovisas för handledaren och dessutom två frågor besvaras, nämligen

- Vad blev brandtrycket och vilket inträngande brandflöde krävdes?
- Vad hände med de övriga flödena och med totalflödet?

Station 4 ska redovisas skriftligt i form av den tabell som studenterna fyller i och presenterar för handledaren. Rättningen sker lämpligen direkt vid laborationen så att studenterna får omedelbar återkoppling. Dessutom är presentationen av svaren på ovanstående två frågor obligatorisk och examinerande.



Figur 6. Det F-system som används vid station 4

2.3. Upptäckta brister och förbättringsmöjligheter

En av de mest uppenbara bristerna med ventilations och sprinklerlaborationen är att den befintliga dokumentationen i vissa avseenden är begränsad. Framför allt saknas skriftligt underlag till station 1 och för station 2 finns inte materialet att tillgå elektroniskt. Vid laborationen hösten 2006 fungerade dock station 1 mycket bra trots avsaknaden av skriftligt underlag. Studenterna verkade uppskatta möjlighen att själva välja frågeställning och klarade för det mesta av att manövrera utrustningen på egen hand. Dock krävdes att handledaren svarade på frågor och noga gick igenom utrustning och teori innan mätningarna. Även om skriftligt underlag till studenterna inte nödvändigtvis behövs, så är det viktigt att framtida handledare ska kunna sätta sig in i laborationen. För att detta ska vara möjligt krävs tydliga instruktioner, vilket i dagsläget saknas för samtliga stationer.

Den beskrivning som studenterna kan ladda ner från Internet innan laborationstillfället innehåller också brister. Framför allt saknas information om laborationens läranderesultat. Även beskrivningen av de ingående stationerna hade behövt utökas

med mer förklarande text och bilder, så att studenterna är bättre förberedda inför laborationen. Vid den laboration som genomfördes hösten 2006 sade några studenter att de på förhand inte förstod vad laborationen gick ut på.

Ytterligare en brist med beskrivningen av laborationen är att en del av informationen är felaktig och därför borde korrigeras. Exempelvis är redogörelsen av station 3 felaktig. Dessutom är informationen om redovisning av laborationen olyckligt formulerad. I beskrivningen står nämligen

Ni ska inte skriva en laborationsrapport, men närvaro är obligatorisk.

Denna formulering kan ge intrycket av att studenten bara måste närvara för att få godkänt. I själva verket krävs istället aktivt deltagande och redovisning av resultat för ett godkänt betyg.

Många studenter anmärkte på schemat vid laborationen hösten 2006. Anledningen till detta var att en del grupper fick håltimmar på upp till tre timmar, se bilaga B. Detta problem uppstod eftersom sex grupper skulle genomföra fyra moment, d v s stationer, samma dag. Anledningen till att just sex grupper per dag deltog var att laborationen från början bestod av sex stationer, vilket innebar att inga håltimmar uppstod i schemat.

Laborationen hösten 2006 visade att studenternas hypoteser om sämsta sprinkler vid station 1 ofta inte stämde. Anledningen till detta anses vara att de antog att tryckfallet var dominerande och att de försummade förändringar i statiskt tryck. För de flesta sprinklersystem är detta antagande rimligt, men i miniatyrsprinklersystemet är tryckfallet i vissa fall litet medan förändringarna i statiskt tryck är stort. Detta är speciellt vanligt i änden av grenrör. Fenomen medför i sin tur att sämsta sprinklern i vissa fall inte är placerad längst ut på grenröret, vilket ofta är studenternas hypotes. Denna skillnad är inte nödvändigtvis negativ, eftersom den åskådliggör begränsningar i den teori som studenterna lärt sig. Däremot krävs det att handledaren är insatt i problemet och kan hjälpa studenterna att förstå varför deras hypoteser är felaktiga. Handledaren bör i detta fall inte förklara fenomenet direkt, utan det bör istället eftersträvas att studenterna själva kommer på lösningen.

Ett annat problem med station 2 är det är svårt att kontrollera flödet i sprinklersystemet. Ofta öppnar studenterna ventilen helt, vilket medför att vattnet forsar ut genom munstyckena. Detta medför i sin tur att vatten stänker ut ur muggarna och att mätningarna därför påverkas. Om studenterna istället väljer att inte öppna ventilen helt är det å andra sidan svårt att jämföra de olika fallen sinsemellan.

3. Förslag till förbättringar

Enligt tidigare är en av de stora bristerna att det saknas skriftlig information till både studenter och handledare. Framför allt saknas helt instruktioner till handledare, vilket gör att nya handledare kan får svårt att sätta sig in i laborationen. Det anses nödvändigt att beskriva laborationen så att den kan handledas av nya personer i framtiden. Följande rapport kan ses som ett led i dokumenteringen, eftersom den beskriver både bakgrunden och upplägget på laborationen. Rapporten bör därför kunna läsas av nya handledare som vill sätta sig in i ventilations och sprinkler-laborationen och i undersökningsbaserade laborationer i allmänhet.

Även den skriftliga informationen till studenterna bör förbättras. Lämpligen är första åtgärden att förbättra den generell beskrivning som studenterna ska läsa innan laborationen. I denna beskrivning bör

- läranderesultaten specificeras
- de ingående stationerna beskrivas med både text och bilder
- redovisning och examination specificeras.

Förutom ovanstående generella beskrivning bör även skriftligt underlag tas fram till station 1. I detta underlag beskrivs lämpligen vindtunneln och tillhörande säkerhets-information. Dessutom kan den övergripande metoden redovisas, d v s val av frågeställning, hypotesformulering, test av hypotes och presentation av resultat, men däremot bör det inte ingå någon detaljerad beskrivning av hur laborationen ska genomföras steg för steg. I övrigt bör befintlig dokumentationen till station 2, 3 och 4 modifieras för att ta hänsyn till de rekommendationer som ges i denna rapport.

Tidigare forskning har visat att undersökningsbaserade laborationer gynnar inlärningen och dessutom ofta uppskattas av studenter. Även om ventilations- och sprinklerlaborationen inte är renodlat undersökningsbaserad så innehåller den några moment som anses motivera studenter och gynna inlärningen. Den station som innehåller flest undersökningsbaserade inslag är station 1, där studenterna själva får välja frågeställning, formulera en hypotes och sedan testa denna. Vissa av dessa moment ingår även i station 2, men samtliga saknas för station 3 och 4. Betydelsen av formulering och test av hypoteser vid laborationer har bland annat betonats av Knabb och Misquith (2006) samt Myer Polacek och Levine Keeling (2005). En av fördelarna med angreppssättet anses vara att studenterna tvingas fundera igenom laborationens utfall på förhand. Detta tvingar dem att tillämpa teori för att förklara vad som kommer att ske och varför.

På grund av de många fördelarna med undersökningsbaserade laborationer rekommenderas att station 3 och 4 modifieras så att de innehåller undersöknings-baserade inslag. En enkel förändring av upplägget innebär att studenterna måste presentera en hypotes som de sedan testar. Exempelvis kan de, innan de genomför någon mätning, ange om de tror att flödena i övriga don och totalflödet kommer att minska eller öka när gränsfallet uppnås. Formulering av denna typ av hypotes gör att studenterna måste tänka igenom problemet och därför inte blint kan följa laborationshandledningen.

I samband med laborationen hösten 2006 upptäcktes att studenternas hypoteser om sämsta sprinkler vid station 2 stämde dåligt med utfallet. Detta är inte nödvändigtvis en nackdel eftersom resultatet visar begränsningarna med teorin. Dock krävs att handledaren är förberedd på detta resultat och kan hjälpa studenterna att förstå orsaken. Ett annat problem med station 2 är att det inte går att reglera vattenflödet

och att studenterna i många fall använder för stort flöde i försöken. På grund av dessa problem rekommenderas att station 2 ses över och vid behov modifieras. Exempelvis bör det undersökas om flödet till sprinklersystemet kan begränsas på något sätt. Ett annat exempel på en förbättringsåtgärd är att installera utrustning som mäter statiska trycket på olika ställen i systemet, t ex vid munstyckena. Om studenterna själva kan observera att trycket ökar i änden på grenrör, kommer de sannolikt lättare att förstå varför deras ursprungliga hypotes var felaktig.

En mycket enkel åtgärd som bör införas omgående är att schemat ändras. Lämpligen bör endast fyra grupper genomföra laborationen samtidigt, vilket innebär att inga hålltimmar uppstår. Om antalet grupper är tolv, i likhet med hösten 2006, kommer det att behövas totalt tre laborationstillfällen på vardera fyra timmar.

Referenser

Adami, G. (2006) A New Project-Based Lab for Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 253-256

Axelsson, A. (1998) *Praktisk problemlösning*. Rapport 1998:5 S, Högskoleverket: Stockholm

Bowden, J. & Marton, F. (2004) *The university of learning – beyond quality and competence*. London: Routledge

CEQ (2006) *Arbetsrapport CEQ, VBR082*.

Cruickshank, B.J. & Olander, J. (2002) Can Problem-based Insructions Stimulate Higher Order Thinking? – Converting an Instrument Analysis Lab. *Journal of College Science Teaching*, 31(6), 374-377

FM Approvals (1983) Approval Standard for Residential Automatic Sprinklers, Class number 2030

Jensen, L. (1998a) *Dimensionering av sprinklersystem*. Rapport TABK—98/7045, Lund: Institutionen för byggnadskonstruktionslära, Lunds tekniska högskola

Jensen, L. (1998b) *Brandgasspridning via ventilationssystem*. Rapport TABK—98/7050, Lund: Institutionen för byggnadskonstruktionslära, Lunds tekniska högskola

Knabb, M.T. & Misquith, G. (2006) Assessing Inquiry Process Skills in the Lab, *The American Biology Teacher*, ?(?), 25-28

Lord, T. & Orkwiszewski, T. (2006) Moving from Didactic to Inquiry-Based Instructions in a Science Laboratory, *The American Biology Teacher*, 68(6), 342-345

Myer Polacek, K. & Levine Keeling, E. (2005) Easy Ways to Promote Inquiry in a Laboratory Course, *Journal of College Science Teaching*, 35(1), 52-55

Nilsson, D. & Holmstedt, G. (2006) *Kompendium i Aktiva system – Detektion*, Lund: Brandteknik och riskhantering, Lunds tekniska högskola

Waks, S. & Sabag, N. (2004) Technology Project Learning Versus Lab Experiments, *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 333-342

Bilaga A. Information hösten 2002

I nedanstående figur återges de instruktioner som studenterna fick tillgång till innan laborationen hösten 2002, se figur A1.

Demonstration av olika aktiva system den 20/11-02.
Varje station skall ta max 40 min inklusive förflyttning mellan stationerna.

Stationer:
1. Vindtunnel- RTI Stora labhallen ,V-huset UG
2. RTI--beräkningar med detact T2, sprinklercentral-detektorcentral korridoren, utanför Biblioteket på Brandteknik GH
3. Rökspridning mellan rum, Brandlaboratoriet LJ ass
4. Vatten från olika sprinklersystem, Brandlaboratoriet LJ ass
5. Ventilation 1 LJ
6. Ventilation 2 LJ

Grupperna startar på den station som motsvarar den gruppindelning som finns , dvs grupp 1 startar på station 1 etc.
Rotationsordning:
Grupp 1 start station 1 därefter 2-3-4-5-6
Grupp 2 start station 2 därefter 3-4-5-6-1
Grupp 3 start station 3 därefter 4-5-6-1-2
Grupp 4 start station 4 därefter 5-6-1-2-3
Grupp 5 start station 5 därefter 6-1-2-3-4
Grupp 6 start station 6 därefter 1-2-3-4-5

Figur A1. Information inför laborationen 2002

Bilaga B. Information hösten 2006

I nedanstående figur återges den information som studenterna fick till innan laborationen hösten 2006, se figur B1 och B2.

Laboration 3 – Aktiva system Datum: 2006-10-10 /DN

Laboration 3 – Sprinkler och ventilation, Aktiva system (VBR 082)

Beskrivning

Den tredje laborationen i kursen Aktiva system genomförs i brandtekniks laboratorium under en hel dag. Halva klassen, nämligen grupp 1 till 6, genomför laborationen torsdagen den 9 november och andra halvan, nämligen grupp 7 till 12, genomför laborationen fredagen den 10 november.

Vid laborationen ska ni studenter testa både sprinkler och ventilation. Laborationen är uppdelad i fyra stationer, nämligen

Station 1 – Bestämning av RTI och beräkning med DetactT2

Station 2 – Test av vattenflöden i ett sprinklersystem i miniatyr

Station 3 – Brandgasspridning i ett tilluftsystem

Station 4 – Brandgasspridning i ett frånluftsystem

Vid station 1 ska ni testa sprinklerhuvuden i en vindtunnel och beräkna RTI-värdet för de testade sprinklerna. Baserat på de värden ni tar fram ska ni sedan bestämma aktiveringstiden för de testade sprinklerhuvudena för olika bränder (olika alfa-värden på tillväxten). Vilka sprinkler och som grupperna testar kan variera. Vissa grupper kan testa olika typer av sprinkler, medan andra kan undersöka hur sprinklerns riktning påverkar det framtagna RTI-värdet. Om ni har fått sprinkler från det företag som ni besökt vid ert objektbesök så passa på att testa den vid laborationen. Läs igenom kapitel 6.1 i *Kompendium i Aktiva system – Detektion* innan laborationen så att du är förberedd.

Testet av sprinklersystemet vid station 2 går ut på att ni ska undersöka hur flödet förändras då utformningen av systemet ändras. Ni kommer bland annat att testa ett system med enkelsidiga grenrör och ett gridrörssystem. Titta igenom kompendiet *Dimensionering av sprinklersystem*, speciellt kapitel 5, innan laborationen så att du är förberedd.

Vid station 3 och 4 ska ni mäta flöden i tillufts- respektive frånluftssystem. Ni ska även simulera en brand med hjälp av en fläkt och undersöka när ni får spridning av brandgaser i systemet. Titta igenom kompendiet *Brandgasspridning via ventilationssystem* innan laborationen så att du är förberedd.

Ytterligare instruktioner kommer att ges i samband med laborationen för samtliga stationer. Ni ska inte skriva en laborationsrapport, men närvaro är obligatorisk.

Schema

Laborationen genomförs antingen torsdagen den 9 november eller fredagen den 10 november. Den första dagen kommer grupp 1 till 6 och den andra dagen kommer grupp 7 till 12 att delta vid laborationen. Denna indelning har valts för att vissa grupper inte ska vara uppbokade två dagar, men i gengäld kommer vissa av grupperna att ha håltimmar under sina laborationsdagar. Dessa håltimmar kan utnyttjas till att studera sprinkler- och detektionssystemet i brandkorridoren eller till att arbeta på projektarbetet i Aktiva system. Förslagsvis kan håltimmen vara ett bra tillfälle att genomföra den frivilliga instuderingsuppgiften för sprinkler som finns på LUVIT. Schemat för de två dagarna framgår av tabellerna på nästa sida.

Figur B1. Information inför laborationen 2006 (första sidan)

Laboration 3 – Aktiva system Datum: 2006-10-10 /DN

Tabell 1. Schema torsdagen den 9 november

Tid	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	Grupp 5	Grupp 6
10.00-11.00	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4		
11.00-12.00		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	
Lunch						
13.00-14.00			Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
14.00-15.00	Station 4			Station 1	Station 2	Station 3
15.00-16.00	Station 3	Station 4			Station 1	Station 2
16.00-17.00	Station 2	Station 3	Station 4			Station 1

Tabell 2. Schema fredagen den 10 november

Tid	Grupp 7	Grupp 8	Grupp 9	Grupp 10	Grupp11	Grupp 12
08.00-09.00	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4		
09.00-10.00		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	
10.00-11.00			Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
11.00-12.00	Station 4			Station 1	Station 2	Station 3
Lunch						
13.00-14.00	Station 3	Station 4			Station 1	Station 2
14.00-15.00	Station 2	Station 3	Station 4			Station 1

Figur B2. Information inför laborationen 2006 (andra sidan)

Bilaga C. Information till station 2

I nedanstående figur återges den information som finna i anslutning till station 2 och som studenterna ska läsa igenom innan det laborativa arbetet inleds, se figur C1.

Laboration 7 Sprinklermodellsystem

Sprinklermodellen består av fyra grenrör eller gridrör ihopkopplade med två fördelningsrör varav ett också är huvudfördelningrör eller servisledning.

Gren/gridrören har en innerdiameter om 3 mm och är numrerade som rör 1 (ytterst från servisen) till 4 (närmst servisen). Båda fördelningsrören har en innerdiameter om 6 mm. Det finns tre kulventiler på vardera fördelningsrör för att kunna koppla om och enkelt ändra vad som är aktiva sprinkler på grenrör eller gridrör. De två mot servisen närmsta gren/gridrören är proppade.

På varje grenrör eller gridrör finns det sex ekvidistant placerade sprinklermunstycken, vilka är utbytbara. Det finns tre sprinklertyper med 1.0, 1.5 och 2.0 mm öppning. Någon spridarplatta finns inte.

Sprinklerflödena för en visst tidsintervall mäts endast som en mängd genom vägning. Genomgående skall följande frågor besvaras:

Var finns sämsta och bästa sprinkler? Hur förhåller sig sämsta mot bästa sprinkler?

1. Grenrörssystem: Undersök vad bästa och sämsta sprinklerflöde blir om 6 sprinkler är utlösta hos det andra och nästyttersta gren/gridröret. Det första och yttersta gren/gridröret är avstängt. Endast två kulventilerna på servissidan är öppna

2. Grenrörssystem: Undersök vad bästa och sämsta sprinklerflöde blir om 12 sprinkler är utlösta hos de två bortre gren/gridrören. Alla tre kulventilerna på servissidan är öppna.

3. Grenrörssystem: Undersök vad bästa och sämsta sprinklerflöde blir om 12 sprinkler är utlösta på ett enda grenrör uppbyggt av de två yttersta gren/gridrören. Tre kulventilerna skall vara öppna och tre skall vara stängda.

4. Gridrörssystem: Undersök vad bästa och sämsta sprinklerflöde blir om 6 är utlösta hos det andra nästyttersta gren/gridröret. Två kulventilerna på båda sidor är öppna.

5. Gridrörssystem: Undersök vad bästa och sämsta sprinklerflöde blir om 12 är utlösta hos de två yttersta gren/gridrören. Alla kulventilerna på båda sidor är öppna.

Figur C1. Information som finns i anslutning till station 2

Bilaga D. Information till station 3

I nedanstående figur återges den information som finna i anslutning till station 3 och som studenterna ska läsa igenom innan det laborativa arbetet inleds, se figur D1 och D2.

Station 3 Brandgasspridning i T-system

Syftet är att visa att brandgasspridning kan ske i T-system med fläktar i drift.

T-systemet består av två grenkanaler med tre don vardera. Varje grenkanal har ett eget injusteringsspjäll. Varje grenkanal har en typ av tilluftsdon nämligen PVD och YVD. Dessa don kan injusteras med hjälp av spjäll som påverkas med två snören. Fläkten är en kanalfläkt och kan varvtalsregleras.

Utgångsläget är alla donspjäll är fullt öppna och de två injusteringsspjällen fullt öppna. Först mäts alla luftflöden med en mätuttagsslang och ett nästan vågrätt U-rör med skalutslag 1 Pa per skaldel. Flödena beräknas enligt uttrycket nedan.

$$q = k\,(\Delta p)^{0.5} \qquad \text{(l/s)}$$

där

q	flöde, l/s
k	k-faktor lägesberoende
Δp	mätt tryckskillnad, Pa

De aktuella k-värdena är 7.0 för PVD alltid öppen, 8.5 för VDY stängd och 11.5 för VDY öppen. De mätta trycken och beräknade flödena sammanställs på en blankett.

Huvudfall 1 Störfall 1-6
Därefter störs varje don genom att placera ett lock över donet. Detta motsvarar att trycket i brandrummet stiger. Locktrycket mäts och detta är lika med brandtrycket i rummet för gränsfallet. Alla övriga flöden mäts och sammanställs på samma blankett som tidigare. Notera att lockflödet sätts till noll, vilket är gränsfallet.

Huvudfall 2 Störfall 1-6
Samma sak upprepas som under huvudfall 1 med de två injusteringsspjällen i minläge.

Fråga: Vad blev högsta brandtryck?

Fråga: Vad hände med de övriga flödena och med totalflödet för gränsfallet?

Figur D1. Information som finns i anslutning till station 3 (första sidan)

Gruppnummer: Laborationsdeltagare:

Mätta trycksignaler Pa och beräknade flöden l/s

fall		don 1	don 2	don 3	don 4	don 5	don 6
	läge						
	k-faktor						
	enhet						
1:0	Pa						
	l/s						
1:1	Pa						
	l/s						
1:2	Pa						
	l/s						
1:3	Pa						
	l/s						
1:4	Pa						
	l/s						
1:5	Pa						
	l/s						
1:6	Pa						
	l/s						
2:0	Pa						
	l/s						
2:1	Pa						
	l/s						
2:2	Pa						
	l/s						
2:3	Pa						
	l/s						
2:4	Pa						
	l/s						
2:5	Pa						
	l/s						
2:6	Pa						
	l/s						

Figur D2. Information som finns i anslutning till station 3 (andra sidan)

Bilaga E. Information till station 4

I nedanstående figur återges den information som finna i anslutning till station 4 och som studenterna ska läsa igenom innan det laborativa arbetet inleds, se figur E1 och E2.

Station 4 Brandgasspridning i F-system

Syftet är att visa att brandgasspridning kan ske i F-system med fläktar i drift.

F-systemet består av två grenkanaler med tre don vardera. Varje grenkanal har ett eget injusteringsspjäll. Varje grenkanal har en typ av frånluftsdon nämligen KCV och KGEB. Dessa don kan injusteras genom att förskjuta centrumdelens läge in eller ut i förhållnade till donets ytterring. Fläkten är en kanalfläkt och kan inte varvtalsregleras utan stryps på utloppet.

Utgångsläget är alla don i läge noll med k_{KGEB}=1.5 respektive k_{KCV}=1.9 , de två spjällen i minläge och fläkten på halvt varvtal. Först mäts alla luftflöden med en mätkrok ansluten till en elektrisk tryckmätare. Flödena beräknas enligt uttrycket nedan.

$$q = k\,(\Delta p)^{0.5} \qquad \text{(l/s)}$$

där

q	flöde, l/s
k	k-faktor lägesberoende
Δp	mätt tryckskillnad, Pa

De mätta trycken och beräknade flödena sammanställs på en blankett som störfall 0.

Huvudfall 1 Störfall 1-6
Stör varje don genom att placera en hjälpfläkt tätt intill donet. Detta motsvarar att trycket i brandrummet stiger. Ändra hjälpfläktens varvtal för att nå gränsfallet, vilket är när nollflöde råder i något annat don. En tunn pappersremsa faller av från andra don. Tryckskillnaden mellan mätkroken inne i donet och utanför donet mäts. Detta bestämmer inträngande brandflöde. Brandtrycket mäts som tryckskillnaden mellan fläktens utlopp och omgivningen genom att koppla bort mätkroken från det brandutsatta donet.

Huvudfall 2 Störfall 1-6
Samma sak upprepas som för huvudfall 1 med fläkten i minläge. Ytterligare sex tabellrader erhålls.

Fråga: Vad blev brandtrycket och vilket inträngande brandflöde krävdes?

Fråga: Vad hände med de övriga flödena och med totalflödet?

Figur E1. Information som finns i anslutning till station 4 (första sidan)

Gruppnummer: Laborationsdeltagare:

Mätta trycksignaler Pa och beräknade flöden l/s

fall		don 1	don 2	don 3	don 4	don 5	don 6
	läge						
	k-faktor						
	enhet						
1:0	Pa						
	l/s						
1:1	Pa						
	l/s						
1:2	Pa						
	l/s						
1:3	Pa						
	l/s						
1:4	Pa						
	l/s						
1:5	Pa						
	l/s						
1:6	Pa						
	l/s						
2:0	Pa						
	l/s						
2:1	Pa						
	l/s						
2:2	Pa						
	l/s						
2:3	Pa						
	l/s						
2:4	Pa						
	l/s						
2:5	Pa						
	l/s						
2:6	Pa						
	l/s						

Figur E2. Information som finns i anslutning till station 4 (andra sidan)