

Nedkylning av slaktkroppar (nöt) på gårdsnära slakterier

- Kartläggning och utvärdering av ny metodik

av Roland Lindqvist och Jan-Erik Eriksson

Produktion:

Livsmedelsverket, Box 622
SE-751 26 Uppsala, Sweden

Teknisk redaktör:

Merethe Andersen
Uppsala 2009-01-19

Livsmedelsverkets rapportserie är avsedd för publicering av projektrapporter, metodprovningar, utredningar m m. I serien ingår även reserapporter och konferensmaterial. För innehållet svarar författarna själva.

Rapporter som trycks utges i varierande upplagor och tilltrycks i mån av efterfrågan. De kan rekvireras från Livsmedelsverkets kundtjänst tel 018-17 55 06, fax 018-17 55 11 eller via webbplatsen www.livsmedelsverket.se

Innehåll

Nedkylning av slaktkroppar (nöt) på gårdsnära slakterier	3
Sammanfattning	3
Bakgrund	5
Inledning	5
Mål	6
Material och metoder	6
Kartläggning av nedkylning av slaktkroppar	6
Statistiska test.....	9
Framtagande av mall för bedömning av kylrum	9
Resultat.....	10
Urval och utfall	10
Kartläggning av nedkylningen i kylrummen.....	10
Prognosmikrobiologisk metod att beskriva kylprocessen utifrån beräknade kylindex, RI.....	11
Verktyg för beräkning av kylkapacitet.....	15
Diskussion	18
Slutsatser	20
Referenser	21
Tack!	21
Bilaga 1 Temperaturkurvor	22
Bilaga 2: Följesedel kartläggning nedkylning nöt	33
Bilaga 3. Enkät nedkylning av nötslaktkroppar	34
Bilaga 4. Instruktion – Mätning av temperaturen på slaktkroppar av nöt med Tinytag plus temperaturlogger	36

Nedkylning av slaktkroppar (nöt) på gårdsnära slakterier

– Kartläggning och utvärdering av ny metodik

Sammanfattning

Den här studien syftade till att undersöka nedkylningen av slaktkroppar av nöt på gårdsnära slakterier. Två sätt att undersöka nedkylningsprocessen användes. Dels mätningar av ytemperaturen på individuella slaktkroppar, och dels en ny metod där dessa temperaturmätningar kombinerades med prognosmikrobiologi. Den nya metoden innebär att den potentiella tillväxten av bakterien *Escherichia coli* beräknas med en prognosmikrobiologisk ekvation. Ekvationen beräknar tillväxten baserat på celldelningshastigheten vid de olika temperaturerna under nedkylningen. Den potentiella tillväxten uttrycks sedan i form av ett kylindex, RI, som utgörs av tio-logaritmen av hur många gånger fler *E. coli* bakterier det kan bli under nedkylningen. I en andra del av studien utvecklades ett verktyg, i form av Excel-kalkylblad, för att beräkna kylbehovet vid nedkylning av nöt, lamm och gris. Verktöget utvärderades vad gäller nöt. Syftet med verktöget är främst att indikera kylbehovet på nya slakterier utifrån ritningar och slaktvolym. Hur kylningen av slaktkroppar går till påverkar många andra aspekter än de rent säkerhetsmässiga. Dessa aspekter har inte berörts i den här rapporten.

Elva slakterier bidrog med mätningar i kartläggningen och totalt mättes nedkylningen på 169 slaktkroppar, fördelade på 4 till 10 slaktkroppar per tillfälle. Det totala antalet slaktkroppar i kylrummen varierade mellan 4 och 26 per tillfälle. Mätningarna var inte styrda på ett sådant sätt att resultaten kan ligga till grund för jämförelser mellan slakterier.

Resultaten visade att nedkylningen av slaktkroppar av nöt i kylrummen fungerar i stort sett bra. Enskildheter i temperaturkurvorna från de olika slakterierna och jämförelsen av nedkylningen vid olika mättillfällen visade dock att nedkylningen kan bli bättre. I termer av risk, utifrån beräknat kylindex, så fungerade nedkylningen bra. Utvärderingen visade att den möjliga tillväxten av *E. coli* i kylrummen höll sig inom rimliga gränser - inräknat en lag-tid så var den teoretiska tillväxten oftast noll. Det ska påpekas att i kartläggningen undersöktes inte hela processen efter slakt, utan endast perioden i kylrummet.

Verktöget, för att beräkna kylbehovet, var enkelt att använda om nödvändiga uppgifter om kylrummet och mängden kött som ska kylas fanns tillgängliga. I de flesta fall visade beräkningarna på ett behov av en större kyleffekt än vad som fanns på slakterierna. Detta beror möjligtvis på att kylbehovet beräknas utifrån förutsättningen att temperaturen i kylrummet ska vara konstant. Detta klarade de

flesta kylrummen inte av. Det framtagna verktyget kan användas för att ge en grov bedömning av kylbehovet hos planerade slakterier.

Mätning av ytemperaturen på individuella slaktkroppar, samtidigt med temperaturen i kylrummet, gav ett utmärkt underlag för att bedöma hur nedkylningen fungerade och för att identifiera eventuella problem vid nedkylningen.

Beräkning av kylindexet, utifrån temperaturdata, möjliggjorde en enkel beskrivning av nedkylningsprocessen i termer som är relevanta ur ett riskperspektiv. Kylindex kan vara ett bättre alternativ än tiden det tar att uppnå en bestämd kärntemperatur för att styra och förbättra en nedkylningsprocess. Detta eftersom utseendet på temperaturkurvan fram till sluttemperaturen har stor betydelse för bedömningen av nedkylningen ur ett riskperspektiv. Dessutom kan kriterier för en acceptabel kylningsprocess definieras i termer av medelvärde och variation av det beräknade kylindexets storlek för de individuella slaktkropparna.

Bakgrund

Livsmedelsverkets arbete med riskvärdering av småskalig slakt, styckning och förädling syftar till att ta fram ett underlag för flexiblare och enklare tillämpning av regelverket. I ett första skede har fokus legat på nötkött och får som är de vanligaste djurslagen i småskalig produktion. Ett kunskapsbehov som identifierats inom gårdsnära slakt gäller bedömning av kylkapaciteten hos småskaliga slakterier. Denna rapport är resultatet av ett kartläggande projekt för att fylla den kunskapsluckan.

Inledning

Nedkylningen av slaktkroppar är viktig för säkerheten och hållbarheten av kött eftersom mikroorganismernas tillväxt förhindras eller går långsammare vid låga temperaturer.

Den gällande lagstiftningen (EU förordning 853/2004) innebär att köttet ska kylas till en kärntemperatur av högst +7 °C men någon maximal tid för nedkylningen anges inte. Istället står det att köttet omedelbart efter slakt ska kylas på ett sådant sätt att kylningen ger en kontinuerlig sänkning av temperaturen. Temperaturen på ytan av köttet berörs inte i nuvarande bestämmelser trots att den mesta tillväxten av förskämnings- och patogena bakterier sker på ytan och är beroende av betingelserna där.

Det finns inga lätt tillgängliga nyckeltal eller andra tumregler mellan antalet slaktade djur och nödvändig kapacitet hos ett kylsystem. Detta gör det svårt att bedöma kylkapaciteten hos ett befintligt slakteri eller ritningar till nya planerade kylrum.

Ett alternativ till oprecisa nyckeltal eller definierade sluttemperaturer för att utvärdera ett befintligt kylsystem är att bedöma nedkylningsprocessen. Används en metod som utvärderar processen kan också olika nedkylningsprocesser jämföras. En möjlig metod för detta har tagits fram och används i Australien (McMeekin 2007). Metoden bygger på att den möjliga (potentiella) tillväxten av tarmbakterien *Escherichia coli* på slaktkroppen under nedkylningsprocessen beräknas. Beräkningen baseras på kontinuerligt registrerade temperaturdata på enskilda slaktkroppar och en matematisk tillväxtmodell (prognosmikrobiologi). Fördelen med metoden är att den förutom att utvärdera hela kylprocessen dessutom gör det utifrån mikrobiologisk tillväxt vilket är relevant både ur ett risk- och kvalitetsperspektiv.

Det behövs alltså kunskap och metoder för att översiktligt bedöma nödvändig kylkapacitet för planerade kylrum. Dessutom behövs en metod som kan utvärdera nedkylningsprocessen och den väg den tar, inte bara som en kontinuerlig minskning till en sluttemperatur.

Mål

- Att kartlägga nedkylningen av slaktkroppar i kylrum på gårdsnära slakterier
- Att utvärdera en prognosmikrobiologisk metod att beskriva nedkylningsprocessen
- Att ta fram ett beräkningsverktyg för en grov beräkning av behovet av kylkapacitet
- Att utvärdera det framtagna beräkningsverktyget med resultaten från kartläggningen

Material och metoder

Studien består av två delar; 1) genomförande av en kartläggning samt 2) framtagande av ett enkelt verktyg för beräkning av kylbehovet i nya kylrum.

Kartläggning av nedkylning av slaktkroppar

Kartläggningen lades upp för att ge ett underlag att beskriva hur nedkylningen av slaktkroppar i kylrummen fungerar idag. Syftet var inte att utvärdera processen på enskilda anläggningar.

Urval – vilka anläggningar ingår i undersökningen

Småskaliga anläggningar som slaktar färre än 30 djurenheter i veckan eller färre än 1 500 enheter per år ingick i kartläggningen. Vissa anläggningar slaktar mycket få djur vilket medförde att mätningarna av praktiska skäl endast kunde göras på omkring 15 av de cirka 35-40 småskaliga anläggningar som finns. För att få ett bra underlag var målsättningen att alla dessa anläggningar skulle ingå i kartläggningen.

Genomförande

Kartläggningen genomfördes under tiden maj 2006 till maj 2007. Mätningar avsågs att genomföras i två omgångar med mätningar två veckor i rad i varje omgång, alltså totalt fyra tillfällen per slakteri. Detta förfarande valdes för att få information om hur stor variation mellan slakttillfällen som förekom men ändå spara en del på transportkostnader.

Mätningarna genomfördes på anläggningarna i slumpvis ordningsföljd för varje omgång. Vid mätningen fylldes en följesedel i med information om den undersökta nedkylningsprocessen (se bilaga 2). Dessutom insamlades vid första mätningstillfället relevanta tekniska och andra uppgifter om kylrummet via en enkät (se bilaga 3).

Nedkylningen i kylrummen utvärderades genom att vid mätningen sätta fast temperaturloggers på 10 olika slaktkroppar (eller så många som slaktades) precis innan de fördes in i kylrummet. Temperaturen på ytan av slaktkroppen registre-

rades var 20:e minut (Mätprob 9 cm med spets och datalogger Tinytag Plus2 temperature, Intab Interface-Teknik AB, Stenkullen). Samtidigt mättes den relativa luftfuktigheten och temperaturen i kylrummet med en separat logger (Tinytag plus2 Temperature och Rh logger, Intab Interface-Teknik AB, Stenkullen). Givarna och data-loggerna kalibrerades före kartläggningen på Statens Provningsanstalt och de uppmätta temperaturerna för varje logger korrigerades med den uppmätta temperaturavvikelsen vid behandlingen av data.

En detaljerad provtagningsinstruktion som beskrev var på slaktkroppen och var i kylrummet, samt hur mätningen skulle gå till bifogades med övrig utrustning som skickades till slakterierna (se bilaga 4). Besiktningsveterinären instruerade dessutom slakteripersonalen vid ett ordinarie besök hur mätningen skulle gå till. Mätningen skedde kontinuerligt på det definierade stället på slaktkroppen, respektive i kylrummet tills slakteriet bedömde att nedkylningsprocessen var avslutad. Temperaturen mättes på flera olika slaktkroppar för att få en kunskap om variationen i kylrummet. Temperaturlogger och givare sattes fast av slakteripersonalen. Efter avslutade mätningar skickades utrustningen till livsmedelsverket för nedladdning av data och nollställning av mätaren. Data sparades sedan i Excel-format och alla beräkningar utfördes i Excel.

Analys av data

Tillväxten av *E. coli* på en slaktkropp under den period som kroppen kylts ned beräknades utifrån den registrerade temperaturkurvan med hjälp av en prognosmodell (Ross et al., 2003). Prognosmodellen beräknar tillväxthastigheten, r_T (1/generationstid), vid en given temperatur enligt följande ekvation:

$$\sqrt{r_T} = c \cdot (T - T_{\min}) \cdot (1 - \exp(d \cdot (T - T_{\max}))) \cdot \sqrt{(a_w - a_{w\min})} \cdot \sqrt{(1 - 10^{(\text{pH}_{\min} - \text{pH}))})} \cdot \sqrt{(1 - 10^{(\text{pH} - \text{pH}_{\max}))})} \cdot \sqrt{(1 - [\text{LAC}] / (U_{\min} \cdot (1 + 10^{(\text{pH} - \text{pK}_a))))})} \cdot \sqrt{(1 - [\text{LAC}] / (D_{\min} \cdot (1 + 10^{(\text{pK}_a - \text{pH}))}))})}$$

Där r_T är tillväxthastigheten (1/timme); c (0,279) och d (0,2636) är konstanter; a_w är vattenaktivitet (satt till 0,993), $a_{w\min}$ (0,9508) är teoretiskt lägsta vattenaktivitet under vilken tillväxt inte är möjlig, T är temperatur, T_{\min} (4,14 °C) teoretiskt lägsta tillväxttemperatur; T_{\max} (49,55 °C) teoretiskt högsta tillväxttemperatur; pH (satt till 6,5) är surhetsgrad; pH_{\min} (3,909) teoretiskt lägsta pH för tillväxt; pH_{\max} (8,86) teoretiskt högsta tillväxt-pH; $[\text{LAC}]$ är total mjölksyrakoncentration på köttet (satt till 51,7 mM); U_{\min} lägsta koncentration (10,43 mM) av odissocierad mjölksyra som förhindrar tillväxt vid annars optimala förhållanden; D_{\min} är lägsta koncentration (995,5 mM) av dissocierad mjölksyra som hindrar tillväxt vid annars optimala förhållanden; pK_a är syrakonstanten för mjölksyra (det pH då koncentrationen av odissocierad och dissocierad mjölksyra är lika, satt till $\text{pH}=3,86$).

Ekvationen för tillväxthastigheten, r_T , skrevs in i en excel-fil och tillväxthastigheten i 20-minutersintervall beräknades baserat på medeltemperaturen av slaktkroppen i detta tidsintervall. En engelskspråkig programvara som gör denna beräkning utifrån användarens temperaturkurvor finns nu tillgänglig att ladda ner gratis från Australia Meat and Livestock, MLA, via den här hemsidan (<http://www.foodsafetycentre.com.au/refrigerationindex.php>).

För att beräkna den sammanlagda tillväxten antogs att lag-tiden var noll, dvs att bakterien kunde tillväxa direkt utan någon anpassningstid. Detta antagande överskattar förmodligen tillväxtpotentialen då det i realiteten antagligen krävs en anpassning innan tillväxt sker. Om hänsyn tas till en lag-tid, vilken har uppskattats till en tid motsvarande 3-5 generationer (celldelningar), så ska den subtraheras från det beräknade antalet celldelningar (Smith 1985, Ross 1999). Detta motsvarar att 1,5 subtraheras från det beräknade RI (kylindexet) i kartläggningen (se nedan).

Tillväxten beräknas som antalet delningar, n , som bakterien kan hinna med. Tillväxten i ett temperaturintervall blir:

$$n = r_T * t$$

där t är tiden mellan två temperaturavläsningar dvs 0,33 timmar.

Den totala potentiella tillväxten som tillväxthastigheterna i tidsintervallen resulterade i under nedkylningen summerades och uttrycks som RI, ett kylnings- (refrigeration) index. RI beräknas som

$$RI = \log_{10}(2^n)$$

där n är antalet celldelningar eller generationer. I varje generation sker en delning av bakterierna så att dubbelt så många bakterier bildas. RI är ett index och beskriver den totala teoretiska tillväxten av *E. coli* på den undersökta slaktkroppen uttryckt som tiologaritmen av den möjliga ökningen av antalet bakterier. Det beskriver alltså inte en faktisk förekomst av bakterier eller en initial halt av bakterier. Ett RI på 1,5 betyder att antalet *E. coli* under nedkylningen skulle teoretiskt kunna bli 32 gånger fler ($10^{1,5}=32$). Ett RI på 3,0 betyder att bakterierna teoretiskt kan bli 1 000 gånger fler än de var från början ($10^{3,0} = 1\ 000$).

Hela processen – alla slaktkroppar och hela nedkylningstiden - kan sedan beskrivas i termer av medelvärden av RI, maximalt RI eller olika percentiler. Dessa mått/kriterier kan ligga till grund för en definition av acceptabla kriterier för ned-kylningsprocesser.

En analys gjordes också om eventuella samband mellan nedkylningsprocessen och faktorer som efterfrågats i enkäten.

Statistiska test

Alla statistiska test utfördes i MiniTab 15 (MiniTab Inc., 2006). För test av signifikanta effekter av slakteri, antal djur, vikt, slakttillfälle, på kylindex gjordes variansanalyser (ANOVA). Beroende på data användes en envägs-ANOVA eller en generell linjär model (GLM). Test av signifikanta skillnader mellan kylindex och vikt mellan slakttillfällena på ett slakteri gjordes med ett two-sample t-test. Korrelationen mellan olika variabler testades med Spearman product moment test. Signifikansnivån för alla test var 0,05. Deskriptiv statistik (medelvärden, standardavvikelse, kvartiler etc) för variablerna beräknades med ”descriptive statistic” kommandot i Minitab.

Framtagande av mall för bedömning av kylrum

Den andra delen av studien lades ut som ett uppdrag till Ingemar Johansson Ingeniörsbyrå AB, Varholmsgatan 2, 414 74 Göteborg. För att få in kompletterande uppgifter utöver de på följesedeln, (bilaga 2) för beräkningen, skickades en enkät ut till slakterierna (bilaga 3).

Resultat

Urval och utfall

Av de slakterier som uppfyllde kriterierna engagerades 13, av vilka 11 slutligen bidrog med mätningar. Ett slakteri bidrog med mätningar från endast ett slakttillfälle medan de tio övriga rapporterade från två tillfällen. Den andra omgången som också skulle bestå av två slakttillfällen fick inställas på grund av att mätningarna genomfördes för långsamt.

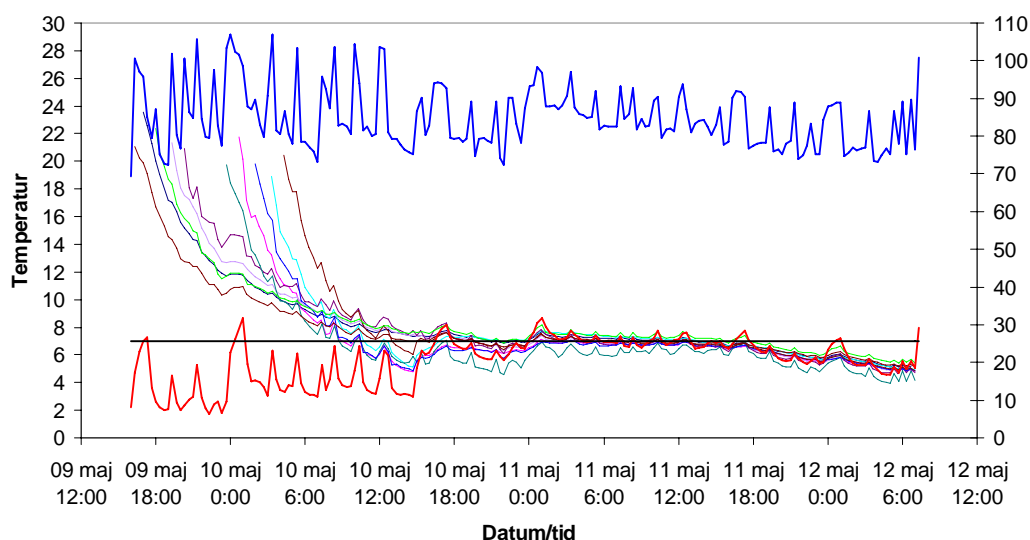
I kartläggningen mättes nedkylningen av 4 till 10 slaktkroppar per tillfälle, totalt 169 slaktkroppar. Det totala antalet slaktkroppar i kylrummet varierade mellan 4 och 26 per tillfälle. Vid två tillfällen förekom nedkylning av andra djurslag samtidigt (5 lamm respektive 11 grisar). Vikten av slaktkropparna varierade mellan 121 och 605 kg, med en medelvikt av 296 kg (standardavvikelse 75 kg).

Kartläggning av nedkylningen i kylrummen

I figur 1 visas resultaten från ett slakteri över hur yttemperaturen på några slaktkroppar varierar med tiden, tillsammans med den registrerade temperaturen och luftfuktigheten i kylrummet. Mätutrustningen sattes på precis innan kropparna fördes in i kylrummet och temperaturen kan ha sjunkit en del sedan slakten. Den tillväxt som kan ha skett innan slaktkroppen fördes in i kylrummet är därför inte med i beräkningen. Avsikten med kartläggningen var endast att utvärdera nedkylningen i kylrummen.

Exemplet i figur 1 tillsammans med resultaten för övriga slakterier (bilaga 1) illustrerar hur kylprocessen på anläggningen kan följas genom en förhållandevis enkel temperaturmätning i kylrummet och på slaktkropparna. I figur 1 och i bilaga 1 visas hur små och stora temperaturförändringar över tid registrerats. Detta utgör värdefull information till anläggningarna om hur kylrummen och kylprocessen fungerar. I figur 1 visas att både temperaturen och luftfuktigheten i kylrummet varierar över tiden, och temperaturen går ibland över tillväxtgränsen 7 grader (figur 1). Även yttemperaturen på slaktkropparna visar små variationer och ligger en period omkring 7 grader. Denna period inträffar ungefär efter det att slaktkropparna och mätutrustningen enligt uppgift flyttades till ett annat kylrum, den 10 maj kl 14:47 (figur 1). En möjlig tolkning av de små temperaturökningarna som ses som spikar på kurvan är att de beror på att dörrarna till kylrummet öppnats och/eller perioder då kylbatteriet värms upp för att avfrosta.

Slakteri 4, mätning 1



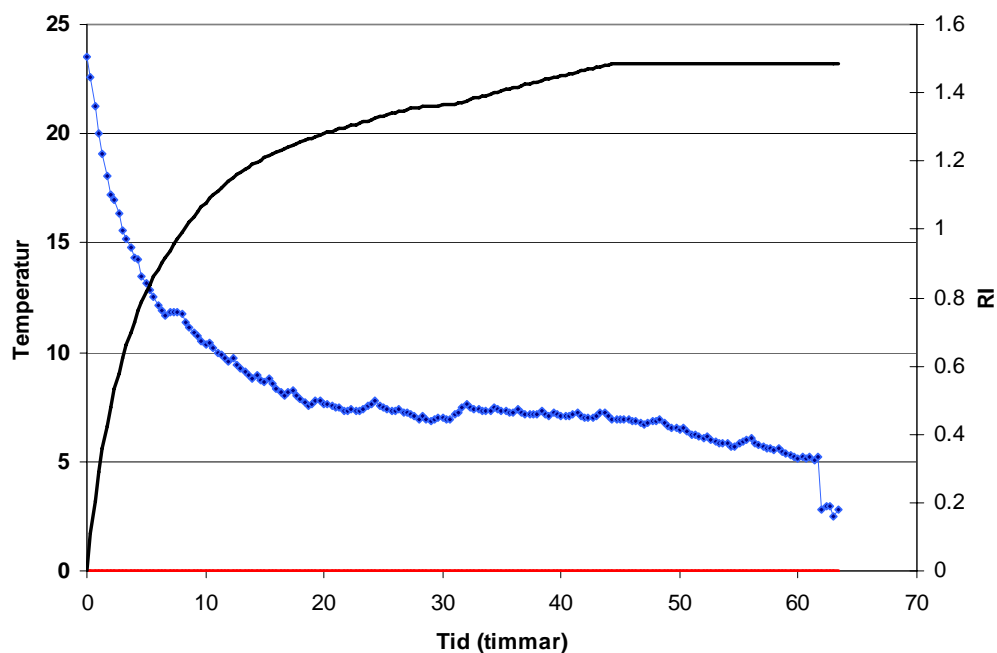
Figur 1. Ett exempel från kartläggningen av nedkylning av slaktkroppar av nöt. Den översta (blå) kurvan visar registrerad relativ luftfuktighet, den nedersta (röda) kurvan visar temperaturen i kylrummet, och de övriga kurvorna visar registrerade yttemperaturer på individuella slaktkroppar. Den parallella svarta linjen visar måltemperaturen 7 grader under vilken ingen tillväxt av *E. coli* sker.

Den relativa fuktigheten visade vid många av mätningarna negativa värden eller värden som snabbt växlade mellan negativa och positiva värden (bilaga 1). Detta kan betyda att mätutrustningen inte fungerade, att det bildades kondens eller is på mätutrustningen, eller i en del fall spegla de abrupta ändringar i relativ fuktighet som sker vid förhållandevis små temperaturförändringar vid dessa temperaturer.

Om kärntemperaturen registrerats istället för ytttemperaturen så skulle mindre temperaturvariationer förmodligen inte synts. Temperaturen i kärnan är inte heller direkt kopplad till risk då tillväxten av bakterier sker på ytan av köttet.

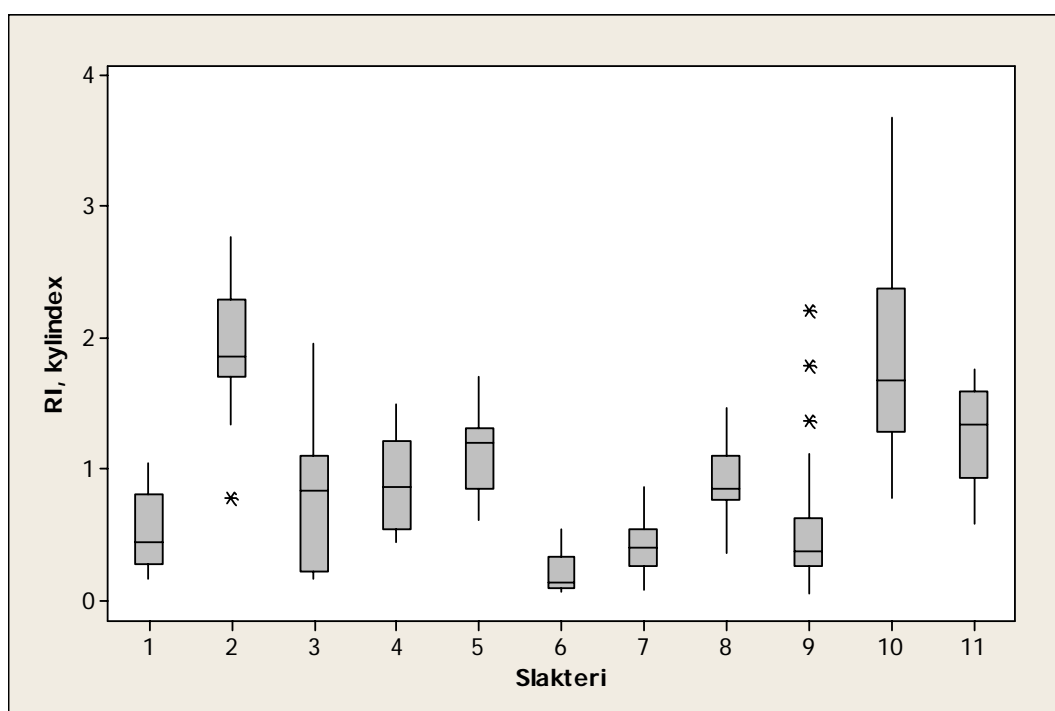
Prognosmikrobiologisk metod att beskriva kylprocessen utifrån beräknade kylindex, RI

Nedkylningen av slaktkropparna utvärderades genom att beräkna ett kylindex, RI, för varje slaktkropp. Figur 2 visar resultatet av beräkningen för den slaktkropp i figur 1 som hade det högsta kylindexet, RI=1,48. Detta index betyder att den teoretiska ökningen av antalet *E. coli* bakterier på ytan av slaktkroppen är cirka 30,5 gånger ($=10^{1,48}$). Detta motsvarar ungefär 5 generationer (celldelningar) eftersom $2^{4,93}=30,5$. Skulle hänsyn tas till en lag-tid (5 generationer) så skulle den teoretiska ökningen vara noll. Beräkning av RI för varje slaktkropp gjordes och hela kylprocessen vid ett slakttillfälle kan då beskrivas genom att ange medelvärde, min och max eller liknande för kylindexet, RI.



Figur 2. Sambandet mellan ytemperaturen (blå kurva) på slaktkroppen och beräknad RI, kylindex (svart kurva), för slaktkroppen med den sämsta nedkylningen i figur 1. RI är den beräknade ökningen i antalet bakterier uttryckt som en tiologaritm. Den röda kurvan visar ökningen om en lagfas tas med i beräkningen.

I figur 3 visas kylindex för nedkylningsprocesserna vid de deltagande slakterierna som ingått i kartläggningen. För alla slakterier utom nummer 4 ligger två slakt-tillfällen till grund för beräkningarna. Ett indexvärde på 1,5 motsvarar ungefär den uppskattade lag-tiden, dvs den tid som bakterien anpassar sig innan den kan börja föröka sig. En statistisk analys visade att det var en signifikant effekt av slakteri på kylindexets storlek, dvs några slakterier hade signifikant skiljda kylindex från andra slakterier (ANOVA, $F=22.54$, $P<0,05$). Denna skillnad behöver inte bero på att kylprocessen fungerat olika bra utan kan bero på hur mätningen har skett, till exempel om termometern anbringats direkt efter slakt eller om slaktkroppen hängt en stund innan den förts till kylrummet. Skillnader i initiala temperaturer på slaktkropparna (bilaga 1) antyder att man kan ha gjort olika på olika slakterier. Denna oklarhet betyder att resultaten bara kan jämföras inom ett slakteri (tillfälle 1 och 2) inte mellan slakterier.



Figur 3. Figuren (boxplot) visar spridningen av kylindex för individuella slaktkroppar per anläggning. Boxen visar de mittersta 50 % av data, d v s data som ligger mellan 1:a och 3:e kvartilen. Linjen i boxen visar medianvärdet (50 % av observationerna är mindre än detta värde), och de lodräta linjerna visar hur långt det lägsta respektive högsta värdet sträcker sig. Stjärnor markerar en statistisk outlier (atypiska värden som skiljer sig från övriga observationer).

Resultat som de i figur 3 är illustrativa för hur nedkylningen fungerar på ett slakteri och hur stor spridningen är vid nedkylning av individuella slaktkroppar. Resultaten kan som nämnts inte användas för att jämföra slakterierna då det kan föreligga små men okontrollerade skillnader i hur kartläggningen genomförts, t ex när loggrarna har satts på slaktkroppen. Men metoden kan användas för enskilda slakterier att styra sin nedkylningsprocess och dessa resultat kan också utgöra ett underlag för tillsynsmyndighetens kontroll. Resultaten i figur 3 bygger på data insamlade vid två tillfällen, och en jämförelse av dessa två tillfällen ger information om styrningen av kylprocessen. I tabell 1 visas hur nedkylningsprocessen skiljer sig mellan två slakttillfällen på slakterierna.

Tabell 1. Beräknat kylindex för kylprocessen vid två slakttillfällen och antalet slaktade djur och deras vikt. Kylindex under 1,5 betyder att den teoretiska tillväxten är noll om hänsyn tas till bakteriernas lag-tid

Slakteri	Omgång	Antal djur	Medelkylindex	Medelvikt (kg)
1	1	6	0,71*	338
	2	5	0,25*	317
2	1	18	1,96	375
	2	26	1,86	Inga uppgifter
3	1	17	1,27*	351*
	2	20	0,36*	289*
4	1	12	0,89	297
	2	-	-	-
5	1	11 (+5 lamm)	1,28*	248
	2	7	0,92*	293
6	1	11	0,30	255
	2	8	0,10	244
7	1	17	0,39	333
	2	19	0,44	306
8	1	18	0,92	267
	2	12	0,34	302
9	1	10	0,43	373*
	2	9	0,82	317*
10	1	26	1,27*	228
	2	14 (+11 grisar)	2,41*	222
11	1	5	1,46	274
	2	4	1,03	201

* signifikant skillnad mellan omgångar

Beräknat medelkylindex var för de flesta tillfällena under 1,5 vilket motsvarar lagtiden och innebär i dessa fall att ingen reell tillväxt hinner äga rum (tabell 1). Det förekommer däremot variation i beräknat medelkylindex mellan kylnings-tillfällena. För fyra av de tio slakterierna skiljde sig medelkylindex signifikant mellan tillfällena. En anledning till variation i kylprocessen kan vara att mängden kött (antalet och vikten av slaktkropparna) som ska kylas varierar. För ett av slakterierna (nr 3) var skillnaden i kylindexet förbundet med en signifikant skillnad i medelvikten av de slaktade djuren men inte för de tre andra slakterierna (tabell 1). För två av slakterierna (nr 5 och 10) inträffade de högre medelkylindexen när andra djurslag också kylades i kylrummet (tabell 1). Men det var inte entydigt så att högre medelkylindex var korrelerade med antalet djur.

Verktyg för beräkning av kylkapacitet

Ett exempel på hur verktyget för beräkning av kylkapaciteten vid nedkylning av nöt ser ut visas i figur 4. Verktyg togs också fram för att beräkna kylkapacitet för lamm och gris. Beräkningen bygger på förenklingar och flera antaganden, t ex om luftomsättningen genom ofrivillig ventilation och vattenavgången från slaktkropparna. I sin nuvarande form är det för ett givet kylrum särskilt den maximala inlastningen (antalet djur per timme) som påverkar beräkningen av kylbehovet.

DIMENSIONERING KYLA		(Nedkylningslokal effekt avfrostning medräknas ej !)					Summa kW
Produktkyla							
Max inlastning			3 djur/ tim	296 kg/djur			
Max varumängd i kylrum			18 djur				
Varutemperatur in min +35°C			35 °C				
Varutemperatur ut			7 °C				
Temperatursänkning			28 °C				
Flöde			0.247 kg/sek				
cp			3.22 kWs/kg°C			kW	
					Timma 1	4.77	
					Timma 2	3.97	
					Timma 3	3.18	
					Timma 4	2.38	
					Timma 5	1.59	
						15.89	
						15.89	
Värmetransmission mot Omgivning							
Rumstemp.		ti= 2	Kylrummets dimensioner				
Omgivningstemp.		tu= 12	Bredd	6.00			
Vägg		U= 0.30	Längd	5.00			
Tak		U= 0.40	höjd	3.80		kW	
Golv		U= 0.50				0.57	
						16.46	
Ofrivillig ventilation							
	<u>H₂O</u>	<u>Volym</u>	<u>oms/h</u>	<u>Luftflöde</u>	<u>Entalpi</u>	<u>Densitet</u>	<u>kW</u>
	kg H ₂ O	m ³		m ³ /s	Diff.		
	per kg luft				kWs/kg	kg/m ³	
	kg/kg						
Kondensation		114.0	1	0.032	26	1.2	0.99
Isbildning	0.0055		1	0.032	334	1.2	0.07
							1.06
							17.52
Vatten från slaktkroppar							
	<u>Prod.</u>	<u>H₂O</u>	<u>Vattnets</u>	<u>Entalpi</u>	<u>Temp-</u>		<u>kW</u>
	<u>Flöde</u>	<u>från</u>	<u>Cp</u>	<u>Diff.</u>	<u>sänkning</u>		
	kg/s	slakt-	kWs/kg°C	kWs/kg	°C		
		<u>kroppar</u>					
		kg/s					
Nedkylning	0.247	0.00123	4.194		28		0.14
Ångbildningsvärme	0.247	0.00123		2257			2.78
Isbildning	0.247	0.00123		334			0.41
							3.34
							20.86
	<u>Yta m²</u>	<u>W/m²</u>					<u>kW</u>
Belysning	30.0	5					0.15
Fläktar	30.0	25					0.75
							0.90
							21.76
							TOTALT
							21.76 kW

Figur 4. Verktyg för beräkning av kylkapacitet. Värden som användaren matar in är försedda med grön bakgrund och beräknade resultat är markerade med gul bakgrund.

För att utvärdera verktyget jämfördes det beräknade kylbehovet med den faktiska kylkapaciteten och med resultatet från kartläggningen (Tabell 2). Det enligt verktyget beräknade behovet av kyleffekt var i de flesta fall större än vad anläggningarna hade i sina kylrum (Tabell 2). Skillnaden var för de flesta slakterierna mindre än en faktor 2,4 men för två slakterier skiljde det en faktor 5 mellan befintlig och beräknad kapacitet, dvs slakterierna hade 18 respektive 19 % av beräknat behov (Tabell 2). Det fanns emellertid inget tydligt mönster mellan dessa låga procentandelar och hur väl kylprocessen fungerat. Till exempel fanns det ingen korrelation mellan den relativa kylkapaciteten (aktuell kapacitet jämfört med beräknad) och kylindexets storlek. Den största posten i kylbehovet är för nedkylning av slaktkroppen följt av borttransport av vatten från slaktkroppen. I kartläggningen mättes nedkylningen medan vattenavgången inte mättes.

Tabell 2. Jämförelse mellan beräknad och faktisk kylkapacitet för första mättillfället samt angiven maximal belastning på slakteriernas kylrum 1

Slakteri	Kylkapacitet på anläggningen idag (kW)	Beräknat kylbehov ¹ (kW)	Andel kylkapacitet av beräknat behov (%)	Beräknat maximalt kylbehov ² (kW)
1	6	13	46	20
2	60	44	136	31
3	29	44	66	o.u. ⁴
4	15 ³	14	107 (54) ³	o.u.
5	15	21	71	16
6	8,5	15	57	15
7	12	15	80	22
8	9	22	41	15
9	6	33	18	64
10	10	53	19	o.u.
11	8,5	15	57	11

¹ Utifrån antalet slaktade djur vid det första tillfället och en medelvikt av 296 kg

² Utifrån den maximala slakten som slakteriet angivet i enkäten

³ Aggregatet försörjer två kylar

⁴ Otillräckliga uppgifter lämnade för beräkning

Diskussion

Den här studien syftade till att kartlägga nedkylningen av slaktkroppar av nöt i kylrummen på gårdsnära slakterier. Dessutom utvärderades en prognosmikrobiologisk metod att utifrån beräknad möjlig tillväxt av *E. coli* beskriva nedkylningsprocessen baserat på insamlade temperaturdata. I den andra delen av studien togs ett verktyg för att beräkna kylbehovet vid nedkylning av nöt, lamm och gris fram och utvärderades vad gäller nöt. Syftet med verktyget är främst att indikera kylbehovet på planerade slakterier. Hur nedkylningen av slaktkroppar går till påverkar många andra aspekter än de rent säkerhetsmässiga. Dessa aspekter har inte berörts i den här rapporten.

Avsikten med kartläggningen var inte att utvärdera enskilda anläggningar utan att demonstrera användbarheten av temperaturmätningar och den prognosmikrobiologiska metoden som verktyg att styra nedkylningsprocessen. Kartläggningen ger alltså inte information som kan ligga till grund för utvärdering av enskilda anläggningar.

Enskildheter i temperaturkurvorna från de olika slakterierna och jämförelsen av nedkylningen vid de olika mättillfällena visade att styrningen av nedkylningen kan bli bättre (se bilaga 1). En viktig faktor som inte undersöktes i den här studien är kondensbildning i kylrummen. Detta kan vara ett problem då kondensen kan främja överlevnad och tillväxt av mikroorganismer, t ex mögel, och kan bidra till spridning av mikroorganismer mellan miljön och slaktkropparna genom t ex droppar.

I kartläggningen undersöktes inte hela processen efter slakt utan endast perioden i kylrummet. Trots att enskilda slakterier och slaktkroppar ibland uppvisade oönskade kylförlopp så var i termer av risk, utifrån beräknat kylindex, nedkylningen under perioden i kylrummen tillfredsställande. Det vill säga den teoretiska tillväxten av *E. coli* höll sig inom rimliga gränser.

Med ett kylindex, beräknat med den prognosmikrobiologiska metoden, kunde nedkylningsprocessen på slakterierna beskrivas på ett förhållandevis enkelt sätt (medelvärden och spridningsmått, t ex figur 3). Kylindexet har också den fördelen att det är relaterat till risk (möjlig tillväxt av bakterier) då det baseras på den teoretiska eller möjliga tillväxten av *E. coli*. Det ska dock hållas i minnet att det är den teoretiska tillväxten. Till exempel så har flera studier visat att det också kan ske en minskning i antalet *E. coli* under kylning. Minskningar på 0,5 logenheter är vanliga men både mindre och större minskningar förekommer. Detta kan bero på att vattenaktiviteten minskar under kylningen och/eller att kylningen leder till en allmän stressrespons hos bakterien (cold-shock). Tillväxtmodellen som användes tar inte hänsyn till dessa effekter och kan därför antas överskatta tillväxten. Generellt är det också svårt att förutsäga längden av en lagfas då den beror både på den aktuella miljön och de betingelser som bakterien har utsatts för innan den hamnade på slaktkroppen. Användandet av en lag-fas på 5 generationer är därför en uppskattning förbunden med osäkerhet.

Resultaten kan inte ligga till grund för en jämförelse mellan slakterierna så som kartläggningen genomfördes, bland annat kan slakterierna ha anbringat

termometern på slaktkroppen vid olika tillfällen. Men den prognosmikrobiologiska metoden i sig är mycket lämplig för att ge ett resultat som kan ligga till grund för jämförelser mellan slakterier. Förutsättningen är att insamlandet av data över nedkylningen kan styras så att inga skillnader vid mätningarna förekommer mellan slakterierna.

Metoden har också den flexibiliteten att ett kylindex kan beräknas antingen för ett eller flera av de steg som produkten genomgår, t ex direkt efter slakt, nedkylning, styckning, förpackning, eller för hela processen. Kriterier för hur en acceptabel process ska gå till kan då definieras i enkla termer. Ett exempel från Australien på detta är kriterier för kylning som säger att kylindex (medelvärdet) ska vara mindre än 1,5 och 80 % av beräknade kylindex för de enskilda slaktkropparna ska vara mindre än 2,0. Dessutom får inget kylindex vara över 2,5. Dessa riktlinjer bygger på en antagen lag-tid på 5 generationer och gäller för hela processen. För att kunna jämföra med kylindexen i den här studien ska kylindexen i rapporten minskas med 1,5, vilket betyder att alla slakterier klarar detta kriterium. Dock ska det påpekas att kartläggningen endast mätte nedkylningen i kylrummet och inte hela processen.

Som illustrerats i kartläggningen så skulle resultaten från en framtida studie kunna ligga till grund för att definiera en baslinje för hela eller delar av nedkylningsprocessen. Baslinjen kan sedan vara utgångspunkt för att definiera kriterier för en tillfredställande nedkylningsprocess både för slakterierna i sin egenkontroll och för tillsynsmyndigheterna. Kriterier kan på så vis användas för att styra nedkylningsprocessen.

Verktyget var ett enkelt verktyg för att beräkna kylbehovet utifrån uppgifter om kylrummet och mängden kött som ska kylas. I de flesta fall beräknades ett större kylbehov än vad som fanns på slakterierna. Det fanns dock ingen tydlig relation mellan andelen befintlig kylkapacitet i förhållande till det beräknade behovet och det uppmätta kylindexet. Beräkningarna i verktyget bygger på erfarenheter från större slakterier och förutsättningarna kan därför skilja lite från de gårdsnära slakterierna. En trolig anledning till att verktyget beräknar ett högre kylbehov för kylning av slaktkropparna är att utgångspunkten för beräkningarna var att temperaturen i kylrummet under nedkylningen ska vara konstant (Johan Larsson, muntligen). I studien varierade temperaturen i de flesta kylrummen med tiden (se bilaga 1) och kylkapaciteten var då med detta villkor otillräcklig.

Slutsatser

- Mätning av ytemperaturen på individuella slaktkroppar samtidigt med temperaturen i kylrummet ger ett utmärkt underlag för att bedöma hur nedkylningen fungerar och identifiera eventuella problem vid nedkylningen.
- I flera kylrum sjönk inte ytemperaturen på enskilda slaktkroppar kontinuerligt och ibland ökade den från under 7 grader till över denna tillväxtgräns. Sådana observationer kan vara ett bra underlag för slakterierna vid optimering av nedkylningsprocessen.
- Utvärderingen av nedkylningen på slakterierna utifrån kylindex visade att den möjliga tillväxten av *E. coli* i kylrummen höll sig inom rimliga gränser - inräknat en lag-tid så var den teoretiska tillväxten oftast noll.
- Beräkning av ett kylindex utifrån temperaturdata möjliggjorde en enkel beskrivning av en dynamisk nedkylningsprocess i termer som är relevanta ur ett riskperspektiv.
- Kylindex är ett bättre alternativ än tid till en bestämd sluttemperatur för att styra och förbättra en nedkylningsprocess eftersom utseendet på temperaturkurvan fram till sluttemperaturen har stor betydelse för bedömningen av nedkylningen ur ett riskperspektiv.
- Verkyget var ett enkelt verktyg för att beräkna kylbehovet.
- Verkyget för kylning av nöt beräknade ett högre behov än den kyleffekt som fanns på de flesta anläggningarna men bör ändå kunna användas för att ge en grov bedömning av kylbehovet hos planerade slakterier. För en exaktare bedömning behövs ett mer avancerat verktyg eller en mer omfattande validering av beräkningsverktyget.

Referenser

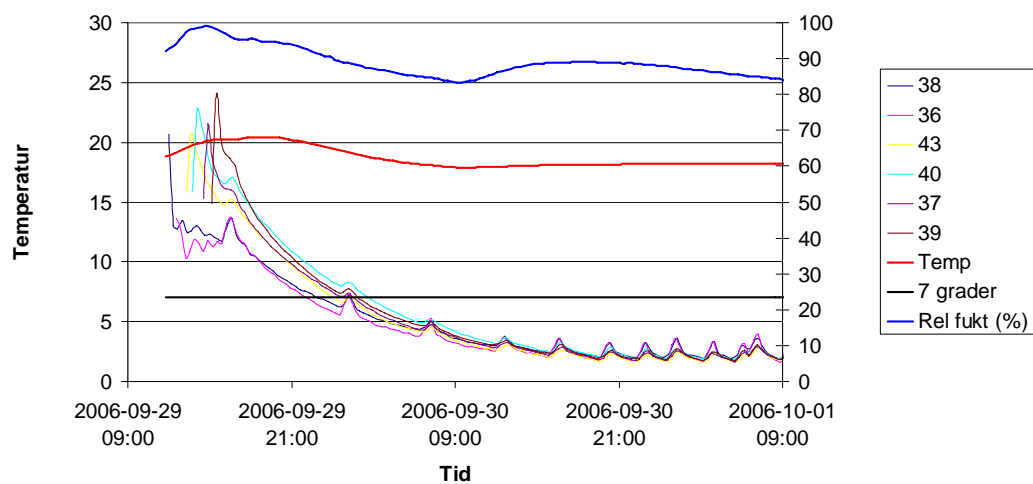
1. Johan Larsson, Ingemar Johansson Ingeniörsbyrå AB, Varholmsgatan 2, 414 74 Göteborg, 10 november 2008.
2. McMeekin, T.A. 2007. Predictive microbiology: Quantitative science delivering quantifiable benefits to the meat industry and other food industries. *Meat Science*, 77:17-27.
3. Ross, T. (1999) *Predictive microbiology for the meat industry (Meat and Livestock Australia)*, Sydney.
4. Ross T, Ratkowsky DA, Mellefont LA, McMeekin TA. 2003. Modelling the effects of temperature, water activity, pH and lactic acid concentration on the growth rate of *Escherichia coli*. *Int J Food Microbiol.* 82:33-43.
5. Smith, M.G. (1985) The generation time, lag time and minimum growth temperature of growth of coliform organisms on meat, and the implications for codes of practice in abattoirs. *J. Hyg. Cambridge*, 94: 289-300.

Tack!

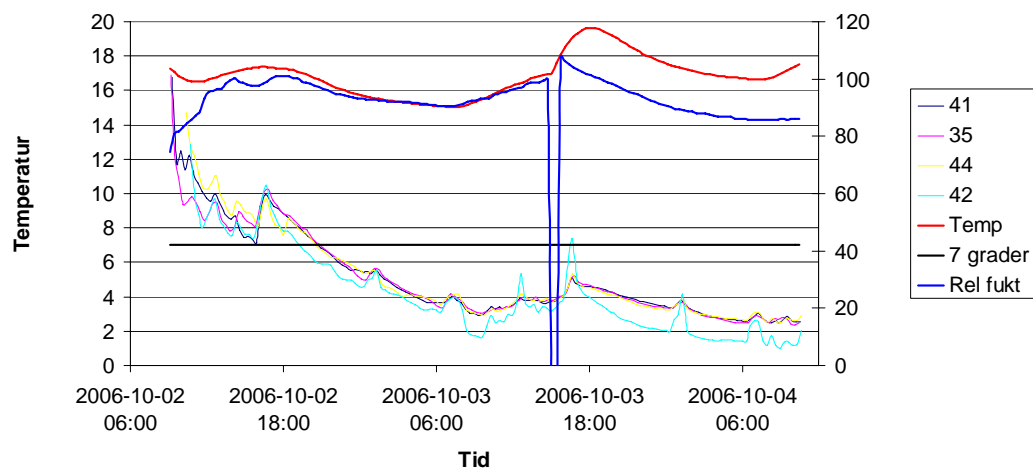
Personalen vid de deltagande slakterierna och berörda besiktningsveterinärer tackas för sina insatser. Ett stort tack till Jimmy Sahlin och Mikael Sjölander, Livsmedelsverket, för hjälpen med utskick och hantering av mätutrustningen.

Bilaga 1 Temperaturkurvor

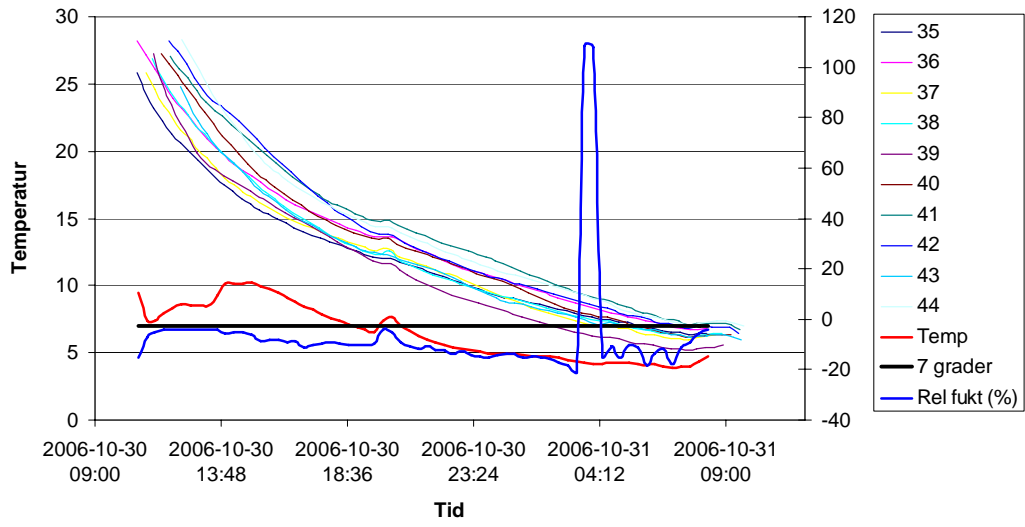
Slakteri 1, mätning 1



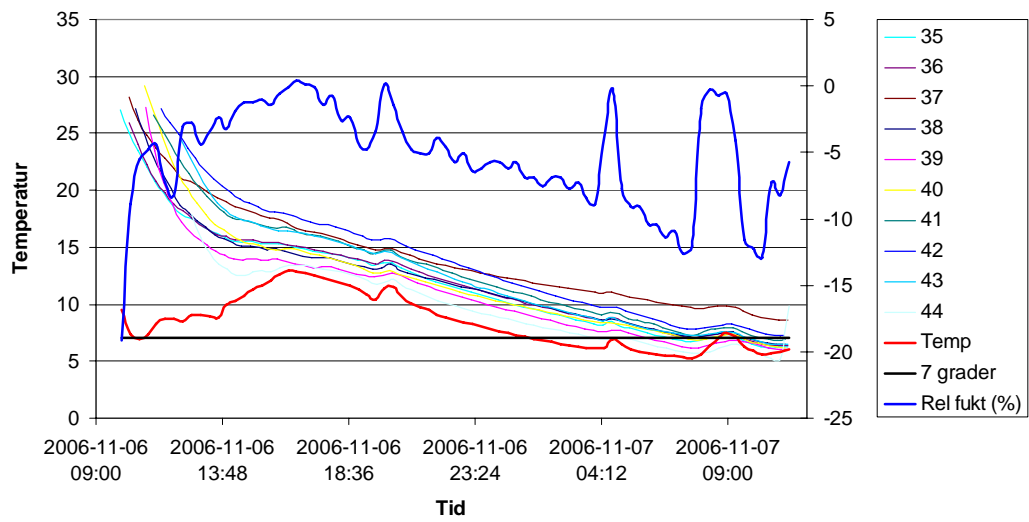
Slakteri 1, mätning 2



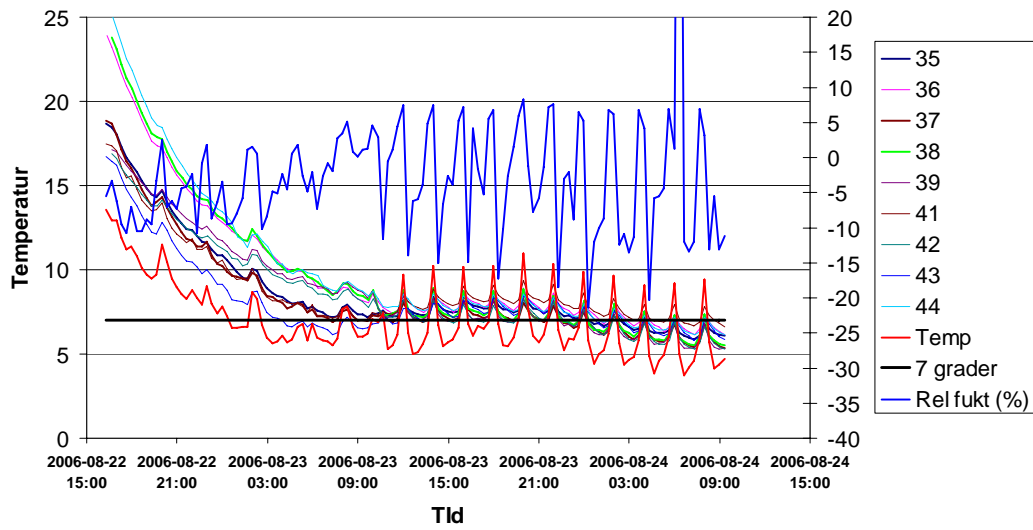
Slakteri 2, mätning 1



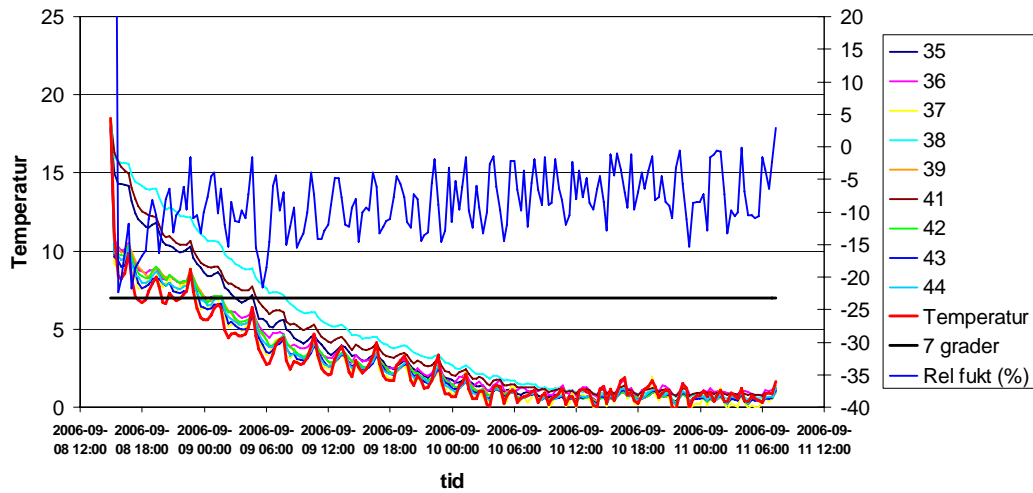
Slakteri 2, mätning 2



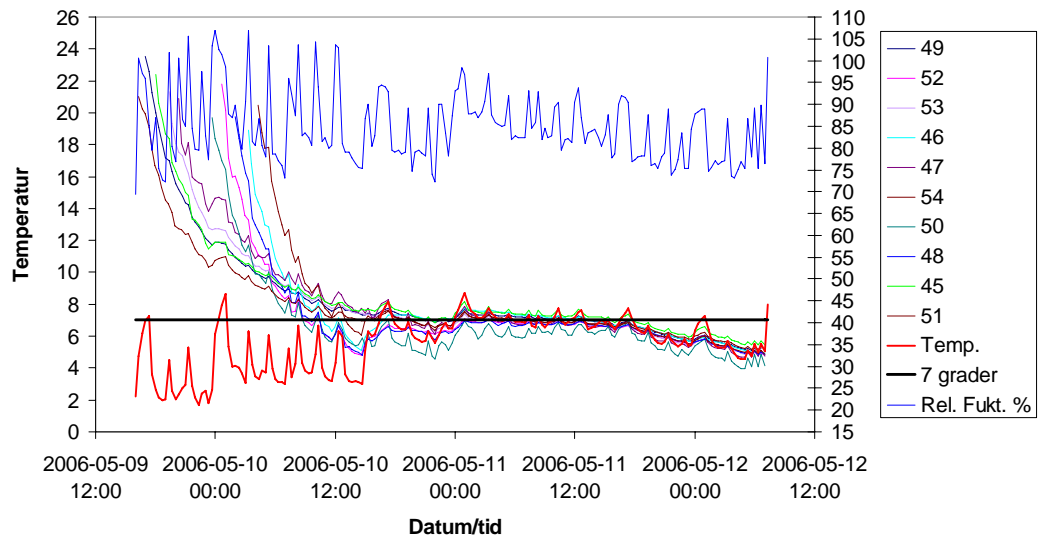
Slakteri 3, mätning 1



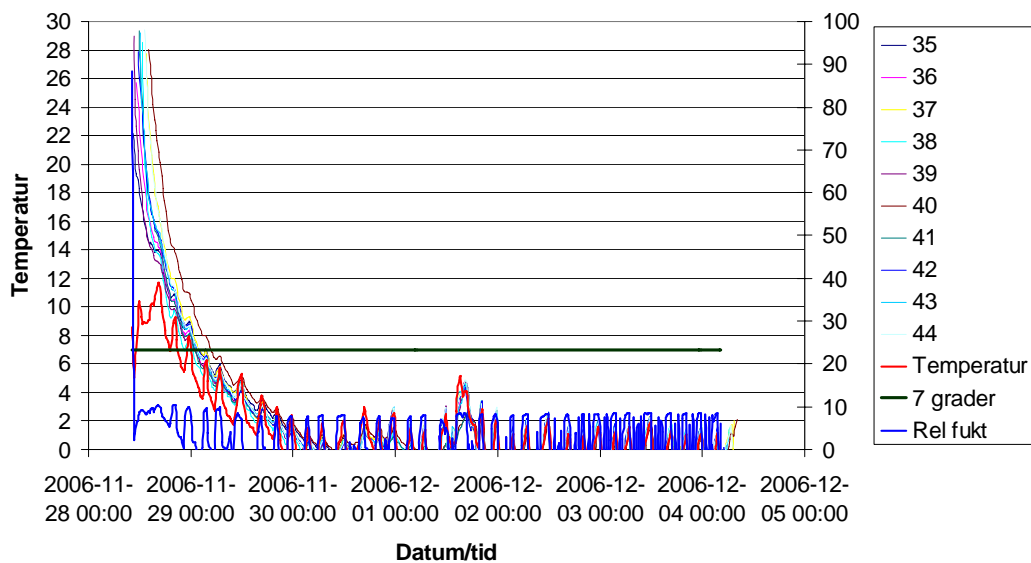
Slakteri 3, mätning 2



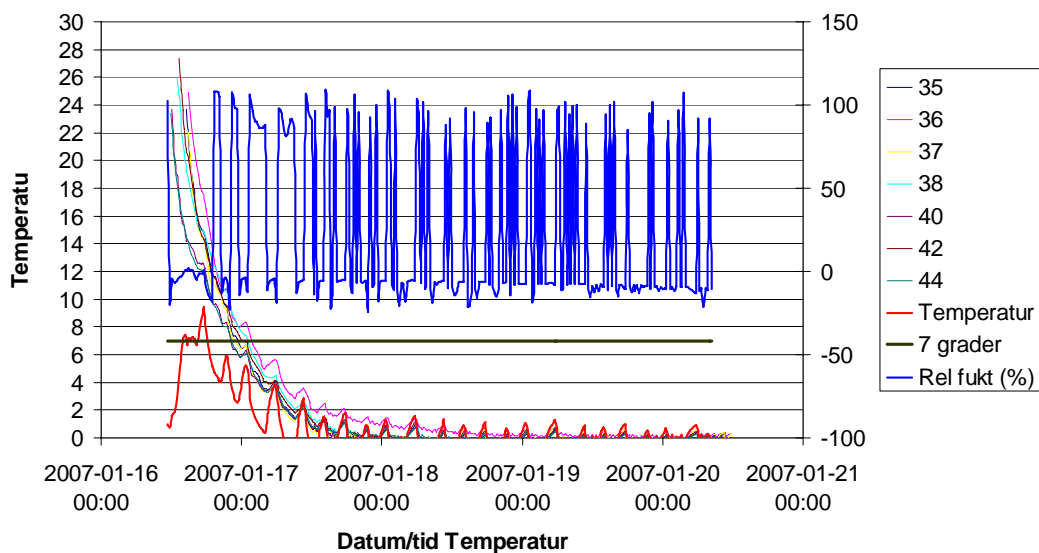
Slakteri 4, mätning 1



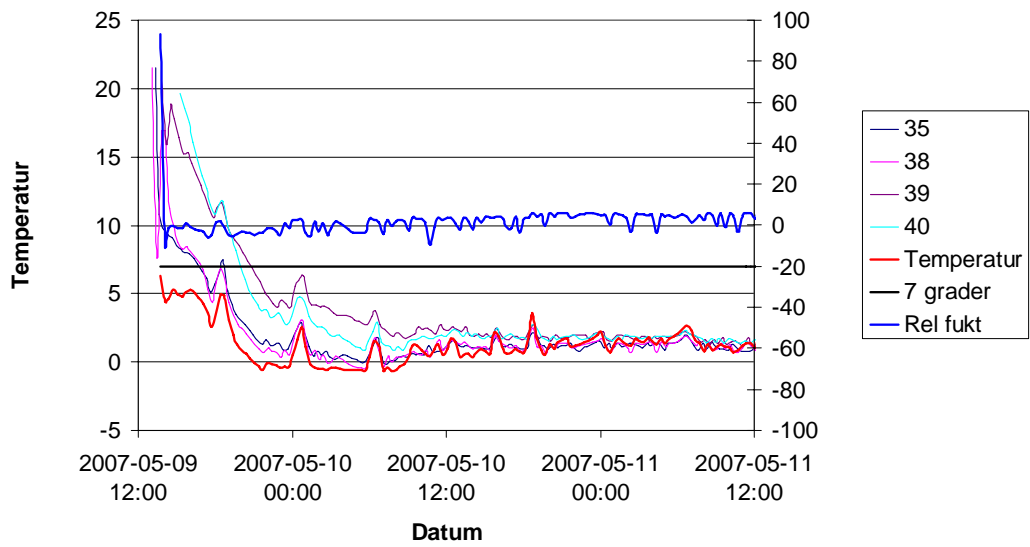
Slakteri 5, mätning 1



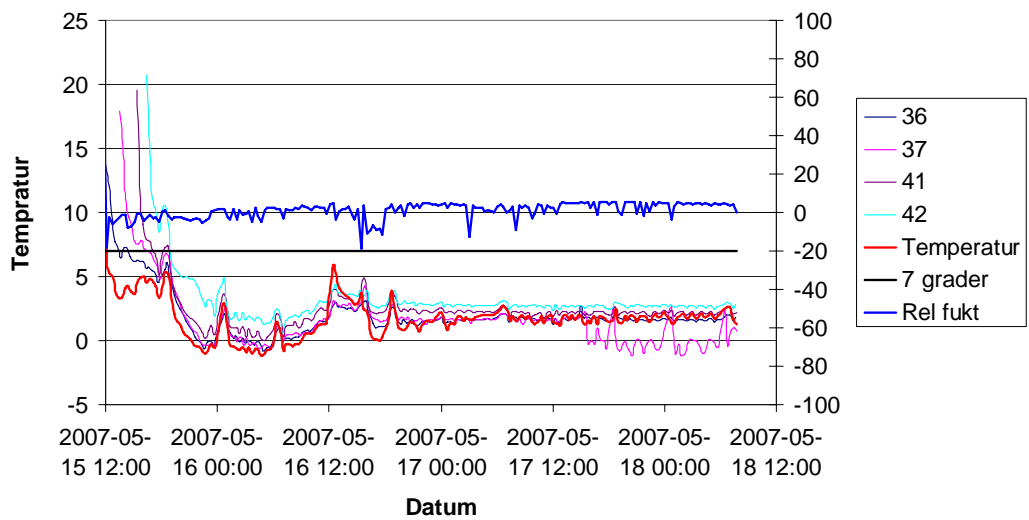
Slakteri 5, mätning 2



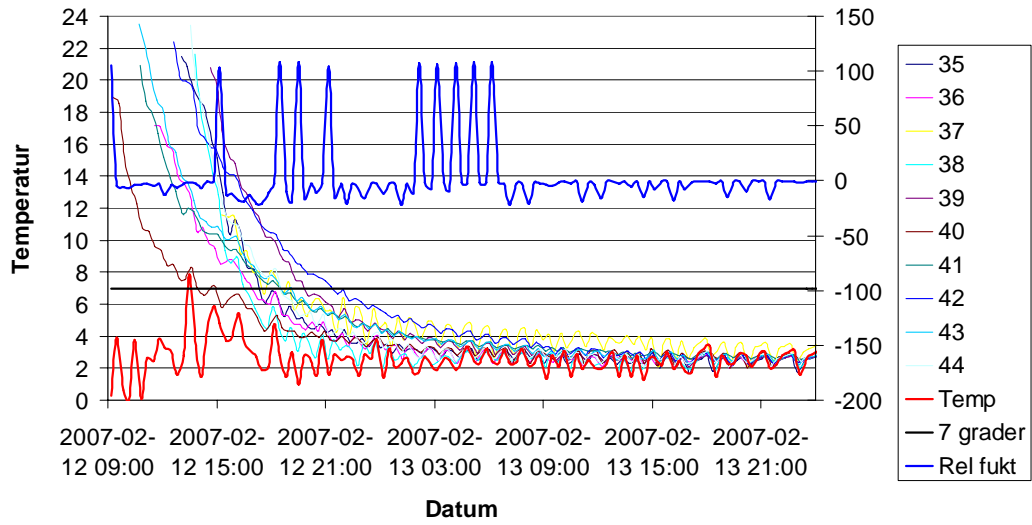
Slakteri 6, mätning 1



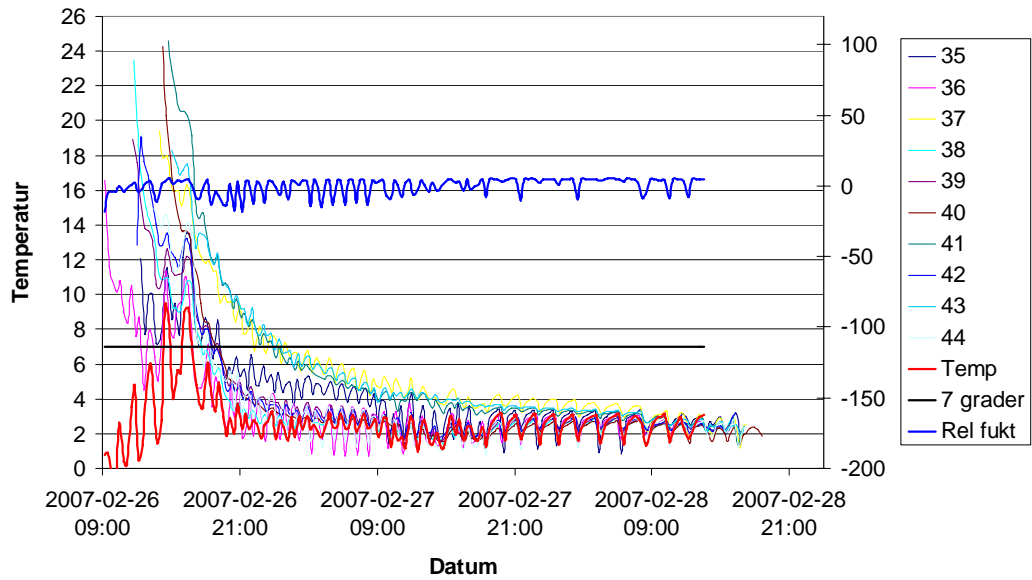
Slakteri 6, mätning 2



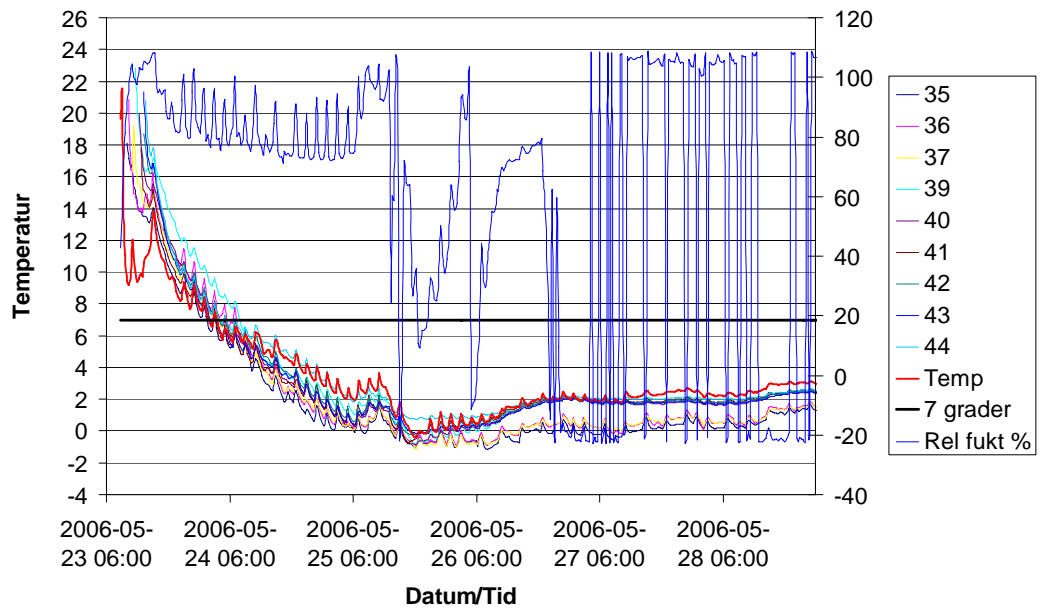
Slakteri 7, mätning 1



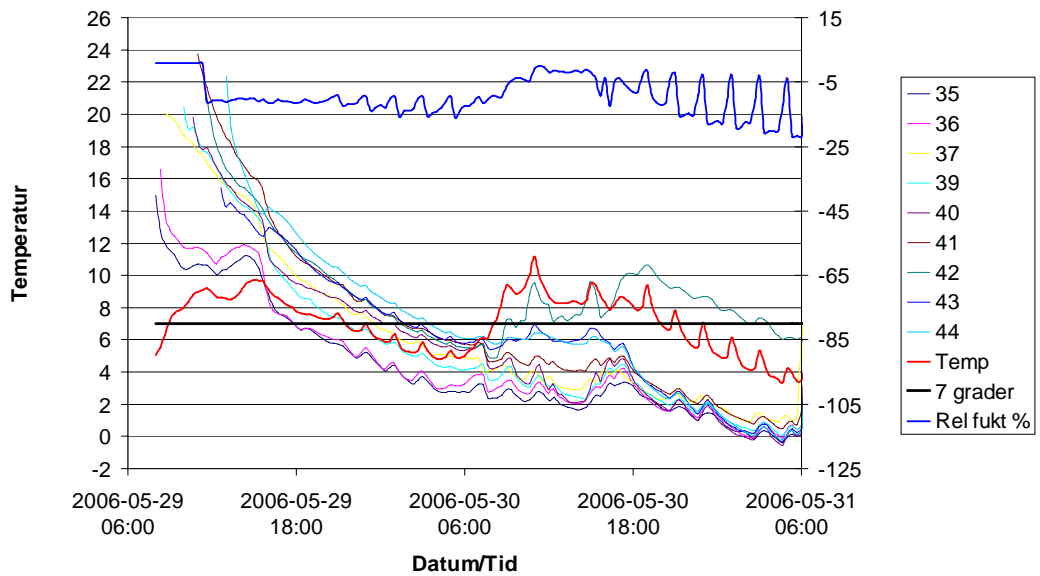
Slakteri 7, mätning 2



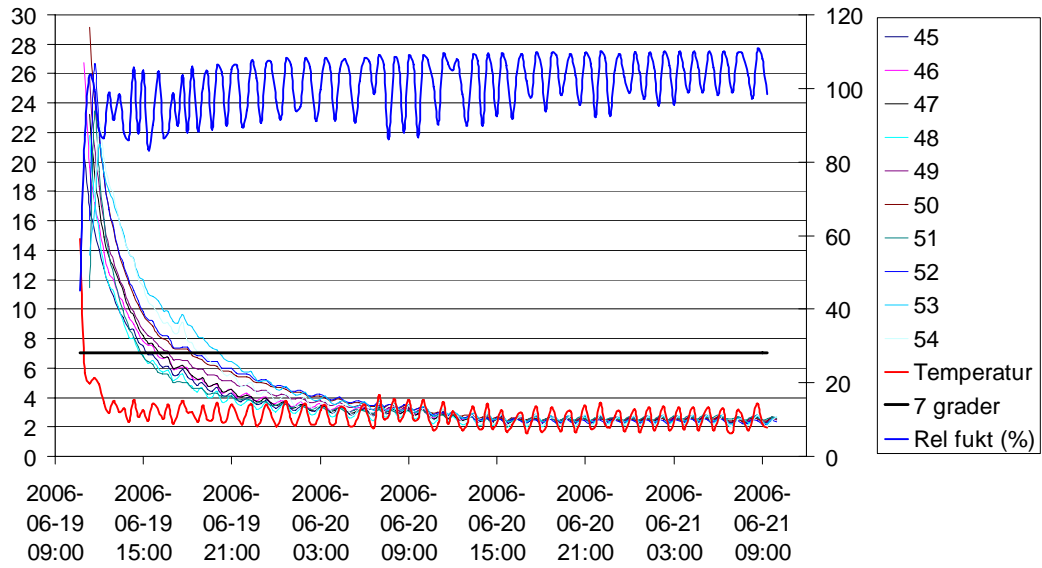
Slakteri 8, mätning 1



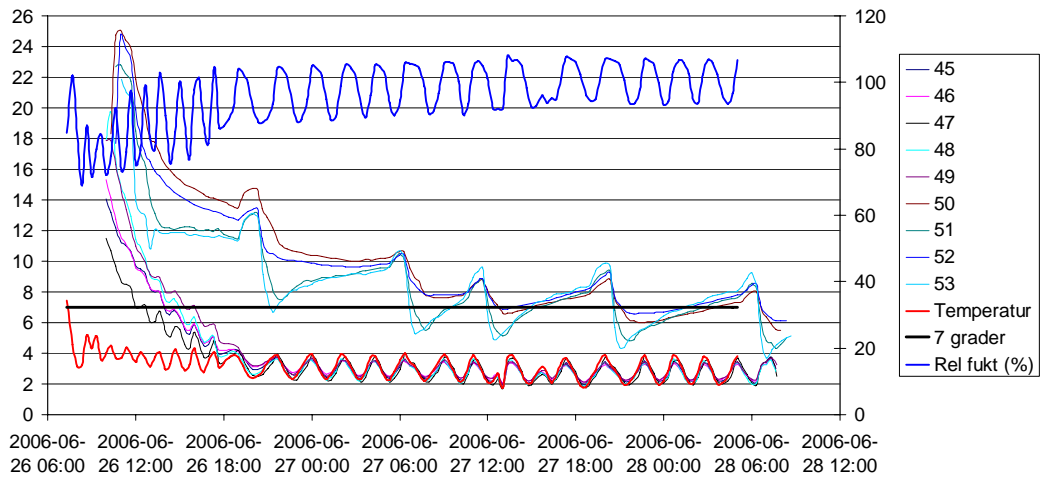
Slakteri 8, mätning 2



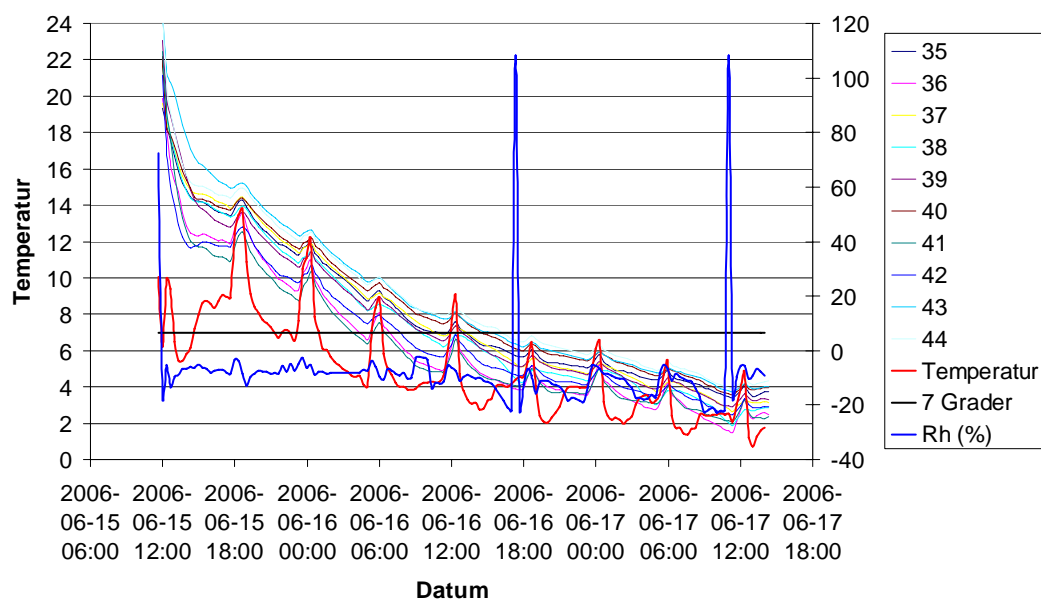
Slakteri 9, mätning 1



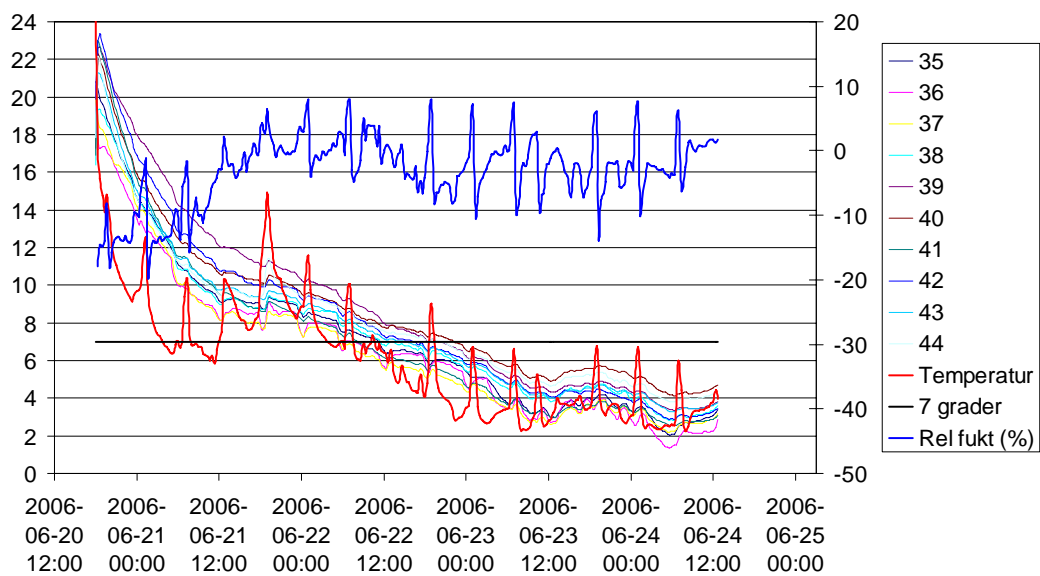
Slakteri 9, mätning 2



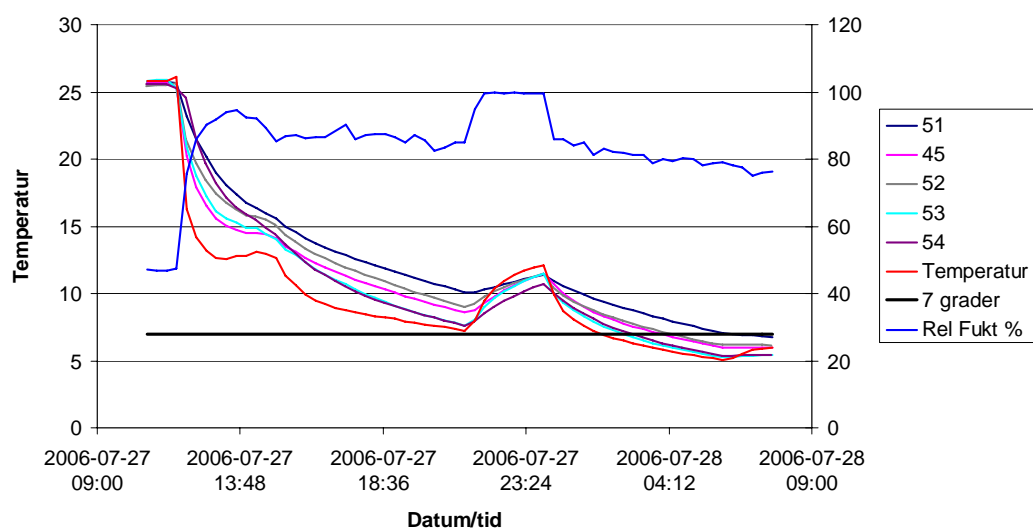
Slakteri 10, mätning 1



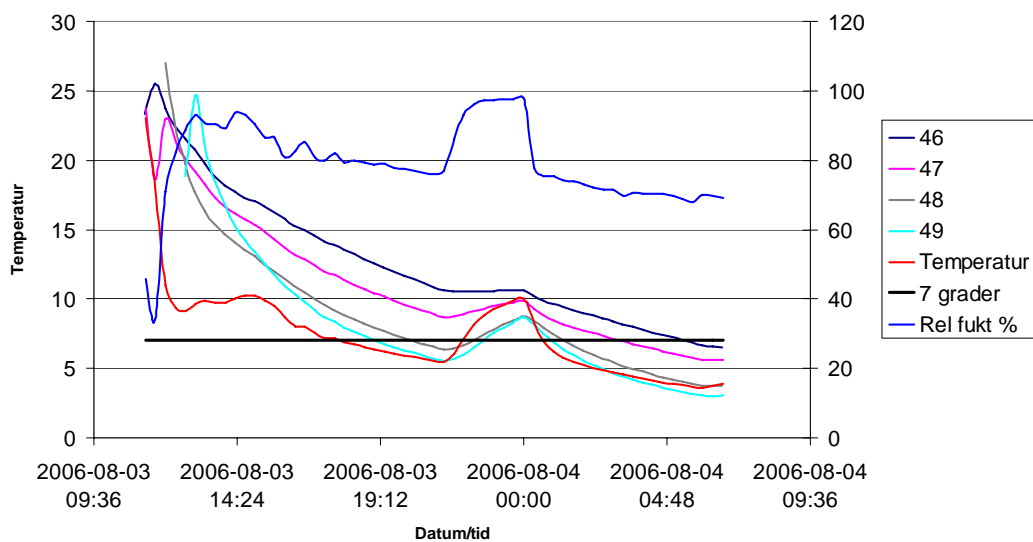
Slakteri 10, mätning 2



Slakteri 11, mätning 1



Slakteri 11, mätning 2



Bilaga 2: Följesedel kartläggning nedkylning nöt

Måttillfälle 1: Slakteriets namn:

.....

Kontaktperson:

.....

Hur många djur slaktas denna dag:

.....

Sker egen temperaturkontroll:

.....

Om Ja Var:.....

Vad för slags termometer:.....

Logger nr:	Slaktkropp Vikt (kg)	Start		Flytt till kyl 2		Stopp	
		Datum	Tid	Datum	Tid	Datum	Tid
Temp och luftfuktighets logger		Start		Flytt till kyl 2		Stopp	
Plats		Datum	Tid	Datum	Tid	Datum	Tid

Om frågor kontakta:

Roland Lindqvist (018175631), Jan-Erik Eriksson (018 175571)

Bilaga 3. Enkät nedkylning av nötslaktkroppar

– Uppgifter om kylrummet och användningen

Slakteriets namn:

Uppgiftslämnare:

Fråga	Kylrum 1	Kylrum 2 (om relevant)
1. Önskad rumstemperatur (°C)?		
2. Golvyta (m ²)?		
3. Takhöjd (m)?		
4. Kylrumsväggar gränsar till (kryssa riktiga alternativ)?	Utomhus rum kylrum	Utomhus rum kylrum
5. Tak gränsar till (kryssa riktiga alternativ)?	Utomhus rum kylrum	Utomhus rum kylrum
6. Typ av ventilation (självdreg, mekanisk)?		
7. Antal vuxna djurkroppar vid fullbeläggning?		
8. Maximal inlastning (kroppar per timme)?		
9. Önskad kortaste nedkylningstid (timmar)?		
10. Yta dörröppningar (m ²)?		
11. Omgivningstemperatur i angränsande rum (°C)?		
12. Varifrån kommer tilluft till kylrummet (kryssa rätt alternativ)	Annat Utifrån kylrum rum	Annat Utifrån kylrum rum
13. Typ av avfrostning av kylbatterier (kryssa rätt alternativ)?	Batteri avfrostas genom: Stopp El bärarmedium	Batteri avfrostas genom: Stopp El bärarmedium
14. Avståndet mellan kylbatteriets lameller (m m)?		

15. Kylbatteriets effekt (kW)?		
Svara på följande frågor om ni har uppgifterna		
16. Ventilation - omsättning av luften i kylrum (m^3 / h)		
17. U-värde vägg ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		
18. U-värde tak ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		
19. U-värde golv ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		

Bilaga 4. Instruktion – Mätning av temperaturen på slaktkroppar av nöt med Tinytag plus temperaturlogger

Yt-temperaturen på upp till 10 slaktkroppar ska mätas kontinuerligt med en Tinytag plus logger och en givare fastsatt på bringan. Parallellt med mätningen sätts en kombinerad temperatur och luftfuktighetslogger upp på lämplig plats i kylrummet för att mäta temperatur och luftfuktighet.

Loggrarna är igång redan vid ankomsten till slakteriet. Därför är det viktigt att notera start- och stopptid för nedkylningen (när loggern anbringas på slaktkroppen respektive när nedkylningen anses avslutad och den tas av). Flyttas slaktkropparna till ett annat kylrum under nedkylningen ska datum och tid för detta också noteras i följesedel. Samtidigt flyttas temperatur- och luftfuktighetsloggern till det andra kylrummet.

Obs! Mät vid två på varandra följande slakttillfällen innan ni skickar tillbaks lådan med utrustning till Livsmedelsverket. Följ instruktionerna så noga ni kan så resultaten blir jämförbara.

Utrustning/medföljande material:

- * 10 stycken mätenheter bestående av vardera en Tinytag plus temperaturlogger (gul) och en givare med 1,5 m kabel. Varje logger är förpackad i en plastpåse där endast en bit kabel och givare sticker ut. Plastpåsen byts och kabel och givare tvättas av och spritas innan utskick till ny anläggning.
- * 1 styck kombinerad temperatur/luftfuktighets logger (gul, ej i plastpåse, ingen givare med kabel)
- * Köttspikar för fastsättning av plastpåsen med logger på slaktkroppen
- * Märkt transportlåda av frigolit
- * Returporto
- * Plastpåsar
- * Tejp
- * Följesedel
- * Instruktion
- * 1:a gången medföljer enkät med frågor om kylrummet

Utförande:

Mättillfälle 1:

1. Sätt den kombinerade temperatur och luftfuktighets loggern (ej i plastpåse) på lämplig plats i kylrummet. Platsen ska vara så representativ för temperatur och fuktighet som möjligt men det ska ändå vara lätt att nå och inte vara i vägen, exempelvis vid vägg mitt i lokalen (plats anges i följesedel).

2. På varje slaktkropp eller upp till 10 kroppar som slaktas under dagen sker temperaturmätning med logger (i plastpåse), givare och kabel enligt följande beskrivning (För varje slaktkropp):
 - Precis innan slaktkroppen förs in i kylrummet anbringas givaren för temperaturmätning på bringan. Spetsen på givaren förs in i vävnaden. Givaren ska synas och vara högst 3 mm under ytan. (Se bild nedan).
 - Sätt fast påsen med loggern och kabel med hjälp av köttspik.
 - Notera starttid och andra uppgifter i följesedeln.
 - Om slaktkropparna flyttas till annat kylrum under nedkylningen notera tiden i följesedeln, låt loggerna sitta kvar på kroppen och flytta med temp/luftfuktighetsloggern.
3. Avbryt mätningen när nedkylningen betraktas som färdig genom att ta av utrustningen och överföra den till ett rumstempererat rum, även kombinerade temperatur och luftfuktighetsloggern. Notera tiden på följesedeln.
4. Tvätta av givaren och kabel med ljummet vatten med diskmedel. Släng plastpåsen som loggern ligger i.
5. Lägg loggern i en ren plastpåse (extra plastpåsar är medskickade i lådan), förslut med tejp (medföljer)
6. Fyll i uppgifterna i den bifogade enkäten så fullständigt som möjligt.

Mättillfälle 2:

7. Upprepa stegen i punkt 1-4.
8. Packa ner loggrar med kabel och givare samt följesedlar i transportlådan och skicka snarast till Livsmedelsverket.

Tack så mycket!

Om ni har frågor kan ni kontakta

Roland Lindqvist eller

Jan-Erik Eriksson

Tel 018-175631

Tel 018 - 175571



Figur som visar hur den spetsiga proben ska anbringas högst 3 mm ner i vävnaden på bringan på slaktkroppen.

1. Algtoxiner i avsaltat dricksvatten.
2. Nationellt tillsynsprojekt 2006 om livsmedelsmärkning.
3. Indikatorer för bra matvanor av W Becker.
4. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, januari 2007 av C Normark och K Mykkänen.
5. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N-39 by L Merino and M Åström.
6. Nutrient Analysis of Dairy Foods and Vegetarian Dishes by M Arnemo, M Arnemo, S Johansson, L Jorhem, I Mattisson, S Wretling and C Åstrand.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T:14 by C Åstrand and L Jorhem.
8. Riskprofil: Yersinia enterocolitica av S Thisted Lambertz.
9. Riskvärdering av persistenta klorerade och bromerade miljöföroreningar i livsmedel av E Ankarberg, M A, G Concha, P O Darnerud, A Glynn, S Lignell och A Törnkvist.
10. Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk av K Petersson-Grawé, G Concha och E Ankarberg.
11. Risk assessment of non-developmental health effects of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in food by A Hanberg, M Öberg, S Sand, P O Darnerud and A Glynn.
12. Fiskkonsumtion – risk och nytta av W Becker, P O Darnerud och K Petersson-Grawé.
13. Riksprojekt 2006 – Mögel och mykotoxiner av P Johnsson och A M Thim.
14. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, April 2007 av C Normark och K Mykkänen.
15. Rapportering av livsmedelskontrollen 2006 av Doris Rosling.
16. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2007:1, mars av T Šlapokas och C Gunnarsson.
17. Rapportering av dricksvattenkontrollen 2006 av D Rosling.
18. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel; Resultat 2006 av I Nordlander, H Green och I Nilsson.
19. Lead Extracted from Ceramics under Household Conditions by L Jorhem, P Fjeldal, B Sundström and K Svensson.
20. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N-40 by L Merino and M Åström.
21. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Foods, Round V-5 by H S Strandler and A Staffas.
22. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-15 by C Åstrand and L Jorhem.
23. Fördjupad kartläggning av bekämpningsmedelsrester i färska ekologiska frukter och grönsaker 2006-2007 – slutrapport av P Bergkvist, L Wallin, A Andersson, A Strömberg, M Pearson och A Önell.
24. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2007:2 september av T Šlapokas och C Gunnarsson.
25. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, oktober 2007 av C Normark och K Mykkänen.

1. Nedkylning av slaktkroppar (nöt) på gårdsnära slakterier – Kartläggning och utvärdering av ny metodik av R Lindqvist och J-E Eriksson.

