



Tutkintaselostus

D2/2010Y

Lumiravintolan katon romahdus Kuusamon Rukalla

Tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi eikä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta käsitellä. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä. Tutkintaselostusta ei ole kirjoitettu siten, että se olisi tarkoitettu käytettäväksi oikeudenkäynnissä.

TUTKINNAN TUNNUS: D2/2010Y

TUTKIJA: Matti V. Leskelä

VALMISTUNUT: 14.9.2010

Tapahtuma-aika:	13.4.2010 hieman ennen klo 15
Tapahtumapaikka:	Ravintolatilana käytetty lumirakennus, Ruka, Kuusamo
Tapahtuman luonne:	Lumi- ja jäärakenteisen ravintolana toimineen iglurakennuksen katon sortuminen äkillisesti
Asianosaiset:	Ravintolassa olleet asiakkaat, ravintoloitsija, Kuusamon kaupunki, rakennesuunnittelija, rakennuksen rakentaja
Seuraukset tai vahingot:	Kuusi asiakasta loukkaantui, joista yksi vakavasti
Säätila:	Pilvipouta, Kuusamon lentoaseman säähavaintopisteen lämpötilat 13.4.2010: vuorokauden alin + 2,4 °C, ylin +18,4 °C
Valaistusolosuhteet:	Iltapäivä, pilvinen luonnonvalo
Muut vaikuttaneet tekijät:	Lumirakennus on valmistettu vuosittain hiihtokauden aikana toimivaksi ravintolatilaksi, jonne mahtuu kerrallaan noin 40 asiakasta. Sortumahetkellä ravintolassa oli yhden työntekijän lisäksi 13 hengen seurue laulamassa karaokea. Seurue ehti olla lumirakennuksessa noin 20 minuuttia ennen kuin sen katosta sortui äkillisesti laaja osa keskilattialle ilman ennakkovaroitusta.

1 TAPAHTUMIEN KULKU

Rukalla oli hotelliravintolan yhteydessä lumirakennus, joka toimi drinkkibaarina. Lumirakennelma oli sijoitettu siten, että sinne voi laskea suoraan rinteestä. Tiistaina 13.4.2010 lumimaja ei ollut enää yleisessä käytössä, mutta siellä oli vielä muun muassa äänentoistoon ja juomatarjoiluun tarvittavat laitteet. Majaan kokoontui klo 14–14.30 välisenä aikana yksityistilaisuuteen laulamaan karaokea 13 hengen matkailijaseurue, jonka mukana oli yksi ravintolan työntekijä.

Tilaisuutta ehti kulua noin 20 minuuttia, kun lumirakennelman katosta sortui äkillisesti noin puoli metriä paksu ja noin 4 metriä halkaisijaltaan oleva osa ilman sortumista ennakoivia varoitusmerkkejä. Suoraan sortuman kohdalla ei ollut ketään, mutta onnettomuudessa loukkaantui putoavasta jää- ja lumimassasta kuusi seurueeseen kuulunutta, joista yksi vakavammin kuin pelkästään ruhjevammoja saaneena. Hätäkeskus sai ilmoituksen onnettomuudesta 14.58.42 ja hälytti paikalle pelastusyksiköitä kello 15.00.40. Yksiköiden tullessa paikalle kello 15.11 ravintolan sisällä oli yksi loukkaantunut henkilö, joka ei pystynyt poistumaan omin avuin.



Kuva 1. Sortumakohta ulkopuolelta kuvattuna (Kuva: Koillismaan poliisilaitos)



Kuva 2. Sortumakohta sisältä kuvattuna 15:27 (Kuva: Oulu-Koillismaan pelastuslaitos)

2 ONNETTOMUUDEN TAUSTATIEDOT

Hotelliravintolan pihaan on vuodesta 2008 alkaen valmistettu ravintolatilana toimiva noin 100 m² lattiapinta-alaltaan oleva lumirakennus, jonka käyttö on rajoittunut hiihtokauteen sääolosuhteiden mukaisesti. Rakennuksella on ollut tilapäinen viisi vuotta voimassa oleva rakennuslupa, joka on myönnetty 19.12.2007. Lumiravintola on pystytetty kahdesti vuoden 2008 aikana (tammikuussa ja joulukuussa).

Nyt tapahtuneen kohteena ollut rakennus sai käyttöönottoluvan 23.12.2009. Silloin rakennukselle annettiin ehto, että rakennustyömaan vastaava työnjohtaja huolehtii käytön kieltämisestä ajoissa. Se tuli tehdä riittävässä ajoin ennen sääolosuhteiden muuttumista sellaisiksi, että rakenteet heikentyvät käytön kannalta epävarmoiksi.

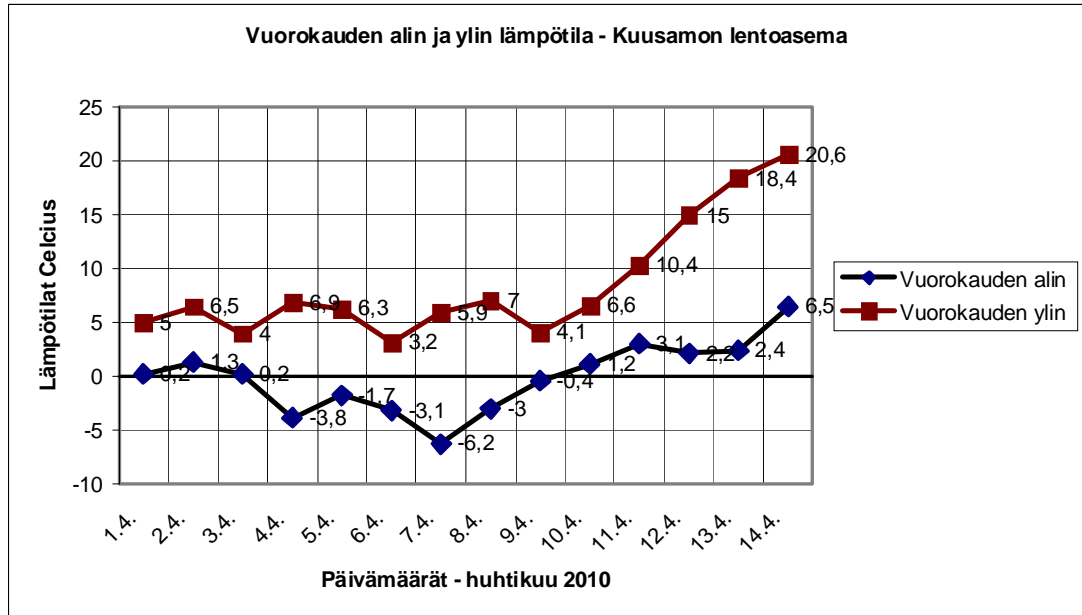
Rakentajan ilmoituksen perusteella lumirakennus suljettiin pääsiäisenä 6.4.2010 alkaen runsaan vesisateen vuoksi, mutta rakennuksen muotoa ja sen muutoksia seurattiin päivittäin 12.4.2010 saakka. Kyseisenä aikana ei havaittu muutoksia rakennuksen muodossa. Kuitenkin 13.4.2010 todettiin kupolin päällä olevassa lumi- ja sohjokerroksessa painuma.

Kuusamon lentoaseman säähavaintotietojen perusteella laadittu kuva 3, vuorokauden ylin ja alin lämpötila huhtikuun alusta tapahtumahetkeen saakka, osoittaa, että vuorokausilämpötilat alkoivat kohota nopeasti kaksi päivää ennen tapahtuma-ajankohtaa 13.4.2010. Lämpötila oli nollan yläpuolella koko vuorokauden 10.4.2010 alkaen.

Sortuman tapahtumahetkellä rakennuksen ei olisi enää pitänyt olla käytössä ja rakennuksen sisääntulo-ovet olivat lukittuna vielä tuntia ennen tapahtumaa. Lumiravintolan ovenssa olevalla ilmoituksella kuitenkin tiedotettiin sen jälkeen ravintolassa olevan vielä yksityistilaisuus 13.4.2010.

Käyttöönottokatselmuksen yhteydessä laaditun katselmuspöytäkirjan mukaan rakenteiden kantavuuden valvomisesta ja rakennuksen sulkemisajankohdasta vastaa rakennustyön vastaava työnjohtaja, joka oli myös rakennussuunnitelman laatija. Katselmuspöytäkirjassa edellytetään, että ravintolasalissa saa olla kerralla enintään 40 henkilöä.

Käytännössä rakennuksen tarkkailusta vastasi toinen henkilö kuin vastaava työnjohtaja, joka oli sopinut rakennustyössä mukana olleen henkilön kanssa sulamistilanteen tarkkailusta. Lumirakennuksen rakentajan ilmoituksen mukaan 12.4.2010 käytiin toteamassa, että paikka oli suljettu ja rakennuksen oven edessä oli peite, jonka paikallaan olo käytiin toteamassa myös 13.4.2010. Samalla tarkastettiin rakennuksen muoto ja todettiin, että rinteeseen puolella kupolissa oli noin 0,5 m painuma.



Kuva 3. Kuusamon lämpötilat huhtikuun 2010 alusta alkaen (Kuusamon lentoaseman säähavaintopiste)

3 ANALYYSI

Holvimaisen lumi- ja jääranteraisen kupolirakenteen valmistaminen tapahtui jäädyttämällä paineilmatäytteisen muotin päälle jääholvi. Sen päälle tykitettiin aluksi tiivistettävää keinolunta, joka myöhemmin täydentyi luonnonlumella [13]. Paineilmatäytteisiä muotteja käytettäessä jääholvin tekeminen ensin on ainoa mahdollisuus saada rakennukselle aikaan haluttu muoto. Muotin valmistaja on erikoistunut lumirakentamisen kehittämiseen ja on toiminut myös tarkasteltavan kohteen asiantuntijana.

Suunnittelussa on käytetty tausta-asiakirjana ohjetta RIL 218-2001 "Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakennusohjeet" [1]. Ohjeiden sovellusalue ja käyttö rajoittuu pelkästään lumesta tehtäviin kantaviin rakenteisiin. Ohjeet ovat voimassa, kun lumen tiheys rakenteissa on 400–800 kg/m³. Sitä tiheämmässä massassa on kysymys lumijäästä ja jäästä, jotka eivät sisälly RIL 218 soveltamisalaan. Rakentajan selostuksen [13] perusteella kyseessä oli lumijäästä tai jäällä vahvistetusta lumesta tehty rakennus, joka ei suoraan kuulu RIL 218 soveltamisalaan. Koska muita ohjeita ei ole olemassa, suunnitteluasiakirjoissa viitataan näihin ohjeisiin.

Kyseiset ohjeet ovat yhdistystason ohjeita, viranomaisohjeita lumi- ja jäärakenteille ei Suomessa ole. RIL-ohjeet on tarkoitettu lyhytaikaisille, kausiluontoisille rakenteille, joiden käyttöaika on alle 6 kk.

RIL 218 mukaan rakenteista laaditaan suunnittelulaskelmat, joissa osoitetaan rakenteiden riittävä varmuus murtumista vastaan (murtorajatilatarkastelut, osavarmuusmenette-

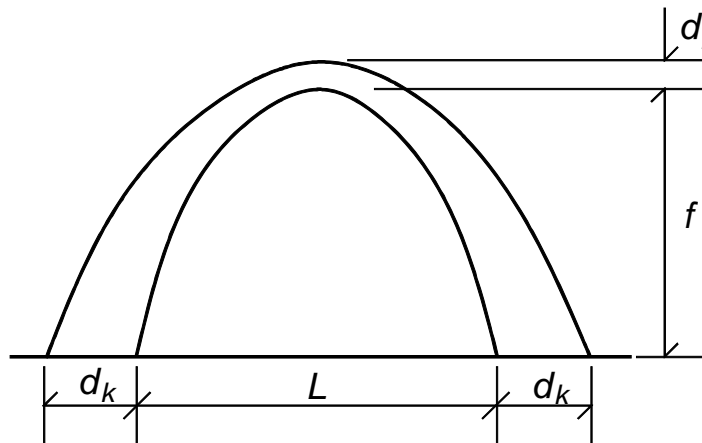
ly) ja käyttökelpoisuus käyttörajatilan muodonmuutoksien (painumien) rajoittamisella. Laskelmissa otetaan huomioon lumen erityiset materiaaliominaisuudet:

- heikko vetolujuus,
- säätekijöiden rakennetta heikentävä ja kuluttava vaikutus,
- suuri ja nopea viruminen.

Lattiapinta-alaltaan suuret lumirakennukset ovat kupolirakenteita, joiden tulee toimia pääperiaatteeltaan puristettuna, koska lumen vetolujuus on heikko. RIL 218 ohjeissa esitetään kaariholvin muodolle yleiset vaatimukset (kuva 4):

- Holvin korkeus $f/L > 0,5$
- Kannan paksuus $d_k/L > 0,2$
- Laen paksuus $d/L > 0,1$

Ohjeet tarkoittavat muotovaatimuksia rakennuksen käyttöönottovaiheessa.



Kuva 4. RIL 218 kuvan 17 mukainen kaariholvin muodon määrittely mitoin f , L , d_l ja d_k

Kuusamon kaupungin rakennusvalvonnalle toimitetussa ja 27.11.2008 [6] päivätyssä rakennepiirustuksessa $d_l = 1\ 000$ mm, $d_k = 2\ 000$ mm, $L = 10\ 000$ mm ja $f = 5\ 000$ mm. Rakennusmateriaaliksi on määritelty tiivistetty lumi, jonka tiheys ≥ 500 kg/m³. RIL 218-2001 mukainen kupolirakenteen sisätilan lakipisteen pystysuora painuma saa olla enintään $f/8$ (nuolikorkeuden kahdeksasosa), ellei muita perusteita sallitulle painumalle esitetä. Rakennepiirustuksessa sallituksi painumaksi on määritelty $6\ 000/8 = 750$ mm, mutta suunnitelman mukainen nuolikorkeus on $f = 5\ 000$ mm, eli sallittu painuma tulisi olla vähemmän kuin 650 mm.

Käyttökelpoisuuden määrittely

RIL 218 ohjeissa määritellään käyttökelpoisuuden toteaminen käytön aikaisin mittauksin. Niitä ovat painumamittaukset, kallistumamittaukset ja lämpötilamittaukset. Lämpötilamittauksia tehdään sulamisesta aiheutuvan sortumavaaran määrittelemiseksi. Käyttökelpoisuuden määrittelyyn käytetään eniten painumanopeuksien toteamista. Ne edellyttävät säännöllisiä painumamittauksia erityisesti sellaisista rakenteista, joissa lumirakenne on kattona. Mittauskohdat valitaan ohjeiden mukaan niin, että niiden paikka säilyy samana rakenteen muuttaessa muotoaan. RIL 218 taulukossa 6 esitetään tavallisimpien rakenteiden sallitut painumanopeudet viikon aikana tapahtuvana suurimpana pai-

numana. Käytönaikainen kupolien sallittu painumanopeus on 20 mm/m/vk. Tarkasteltavassa tapauksessa tämä tarkoittaa 100 mm/vk.

Suunnittelijan rakennepiirustuksessa 27.11.2008 [6] todetaan käytönaikaisista mittauksista ja rakenteiden purkamisesta vain, että ne suoritetaan RIL 218-2001 mukaisesti (sivut 66–69). Toimenpiteitä ei ollut yksilöity.

Kupolirakenteen painuman toteaminen suunnittelussa

Kupolit ovat kuorirakenteita, joiden suunnitteluun ei ole olemassa yksinkertaisia mitoitusmenetelmiä. Suunnitteluohjeissa todetaan, että painumien arvioiminen suunnittelussa edellyttää yleensä elementtimenetelmän (FEM) käyttöä. Lumirakenteiden siirtymät ovat suuria ja suunnittelussa tulee tarpeen mukaan ottaa huomioon painumien vaikutus rasitustilaan.

Suunnittelijan rakennepiirustukseen 27.11.2008 [6] on merkitty vaatimukset kuvan 4 mukaisille mitoille ja suunnittelussa toteutuneet ehdot. Piirustuksesta ei käy ilmi, miten ehtojen toteutuminen on suunnittelussa osoitettu.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toteamukset

1. Lumirakennuksen kuorirakenne muodostui painemuotin päälle jäädytetystä lumen ja veden seoksesta, jonka päällä oli tiivistetystä tykkilumesta ja luonnonlumesta koostuva kerros. Rakennuksen katon sortuman välittöminä syinä voidaan pitää sääolosuhteiden nopeaa muuttumista, josta seurasi veden kertyminen holvirakenteen sisäpinnalla olevan jääkerroksen päälle. Veden poistumisen estymisestä seurasi holvin painuminen, joka edelleen voi lisätä jääkerroksen päällä pysyvää veden määrää. Rakennus oli suljettu jo viikko ennen tapahtunutta sortumaa muuttuneiden sääolosuhteiden vuoksi, ja sitä tarkkailtiin vielä tapahtumapäivänä, jolloin kupolissa havaittiin ulkopuolelta katsottuna selvä painuma. Tästä ei kuitenkaan tiedotettu rakennuksen käyttäjälle.
2. Lumirakentaminen tapahtuu ilman ympäristöministeriön viranomaisohjeita kunkin paikkakunnan rakennusvalvonnan myöntämän tilapäisen rakennuksen rakennusluvan perusteella. Lumirakenteille ei ole mahdollista laatia yksikäsitteisiä ja kaiken kattavia viranomaisohjeita, koska vakiintuneita rakennuskäytäntöjä ei ole ja lumirakentajat tekevät jatkuvaa tuotekehitystä. Suomessa käytetään suunnitteluohjeina yhdistystason RIL 218-2001 julkaisua, joka rajoittaa soveltuvuuden lumen tiheyksiin 400–800 kg/m³.
3. Jään ja lumen sekarakenteille ei ole olemassa yksikäsitteisiä ohjeita. Rovaniemen ammattikorkeakoulussa on valmistumassa hanke, jonka perusteella saadaan tarkennettuja ohjeita lumen ja jään sekarakenteisiin [7]. Tällaisesta on kysymys myös tarkasteltavassa tapauksessa. Sekarakenteet, joissa kuoren sisäpuolinen kerros on jäätä, voivat toimia vesisateelle ja sään lämpenemiselle altistettuna toisella tavalla kuin varsinaiset lumirakenteet, joista Suomessa on pitkäaikaisin kokemus. Kupolirakenteissa toimintaan vaikuttaa erityisesti kupolin muoto.
4. Kuluttajaviraston tuoteturvallisuusvalvonta [2] (nykyisin Tukes) kiinnittää huomiota siihen, että talvisaikaan etenkin Pohjois-Suomessa tarjotaan kuluttajille erilaisia lumesta ja jäästä tehtyihin rakennelmiin liittyviä palveluja. Näitä kaikkia on pidettävä

vä kuluttajapalvelusten turvallisuudesta annetussa laissa 75/2004 [3a] tarkoitettui-
na kuluttajapalveluksina, joiden turvallisuudesta vastaa aina palvelun tarjoaja.
Suurimmista rakennelmista on laadittava kirjalliset suunnitelmat lujuslaskelmi-
neen. Kunnallisten viranomaisten määriteltäväksi jää, kuinka suunnittelun ja suun-
nittelijoiden kelpoisuus todetaan.

5. Lumirakenteiden käytön ja käyttökelpoisuuden valvonta voi tapahtua riittävästi
noudattamalla RIL 218-2001 esittämiä ohjeita, mutta niitä ei ollut yksilöity raken-
nussuunnitelmassa. Kuusamon kaupungin käytäntö on ollut, että suunnittelija tai
rakentaja vastaa käyttökelpoisuuden seurannasta ja valvonnasta sekä määrittelee
käytön keskeyttämisen ja/tai lopettamisen. Lumi- ja jäärakennelmiin liittyvien pal-
veluiden turvallisuuden kehittämisessä ja arvioimisessa voidaan soveltuvin osin
käyttää myös Kuluttajaviraston ohjetta ohjelmapalveluiden turvallisuuden edistämi-
seksi [3b].

5 TOTEUTETUT TOIMENPITEET

Tutkinnan aikana toteutetut toimenpiteet

Toistaiseksi ei ole toteutettuja toimenpiteitä. Kuusamon rakennusvalvonta laatii ennen
seuraavaa rakentamiskautta toimenpideluettelon, jolla eliminoidaan riskejä ja paranne-
taan käyttökelpoisuuden toteamista.

Rovaniemen ammattikorkeakoulun lumi- ja jäärakentamisen kehityshankkeen [7]
(2008–2010) tuloksena julkaistaan vuoden 2010 loppuun mennessä ohjeita, jotka täy-
dentävät ja selventävät käytössä olevia ohjeita. Hankkeen yhtenä osana suoritetaan
kaikkien asianomaisten viranomaisten, rakentajien ja käytöstä vastaavien tahojen kou-
luttaminen ymmärtämään ja hallitsemaan rakentamista, käyttöä ja kunnonvalvontaa [8].

6 TUTKIJAN TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Lumirakenteiden muodon oikeaan valintaan tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota
ja suunnitelmissa tulee osoittaa, että muoto vastaa riittävän läheisesti niin sanotun köy-
sikäyrän (tai ketjukäyrän) muotoa. Kupolirakenteissa edullisin muoto on samanlainen
kuin kananmunan kuoressa olevassa suipommassa päässä, jonka profiiliin leikkaukses-
sa myös esiintyy köysikäyrän muoto.

Lumirakenteiden käytön keskeyttäminen ja lopettaminen tulee määritellä yksikäsittei-
sesti rakennussuunnitelmassa. Sen perusteena tulee olla käytön aikana tehtävät mitta-
ukset ja havainnot, jotka yksilöidään riittävällä tarkkuudella:

- Lumen lämpötilamittaukset rakennuskuoresta, kun ulkoilman yö- ja päivälämpö-
tiloista laskettu päivittäinen lämpösumma on enemmän kuin esimerkiksi 60 °C·h
(astetuntia). Tämä edellyttää yö- ja päivälämpötilojen seurantaa, vrt. kuva 3.
Lämpötilojen seuranta voi tapahtua helposti paikallisten säähavaintotietojen
avulla.
- Rakenteiden painumahavainnot RIL 218-2001 mukaisesti.
- Kun lumirakennuksen sisäpinta on jäätä, lumen sulamisesta ja vesisateesta
syntyvän veden poistuminen tai sen poistumisen estyminen vaikuttaa kanta-
vuuden säilymiseen ja kupolin yläosan muoto vaikuttaa puolestaan veden pois-
tumiseen tai säilymiseen kuormana. Lumirakennuksen muodon valintaan on

kiinnitettävä huomiota ja suunnitellun muodon tulee olla sellainen, että rakennetta voidaan luotettavasti pitää puristettuna.

- Tarkkaileminen ja havainnot siitä, pääseekö lumen alla olevan jääkerroksen päälle kertymään vettä.

Käytön lopettamisesta tulisi ilmoittaa rakennuksen käyttäjille myös kirjallisesti ja lopettamisen jälkeen lumirakennus on tehtävä käyttökelvottomaksi niin pian kuin mahdollista joko purkamalla kokonaan tai osittain niin, että sulamisen aiheuttamaa sortumavaaraa ei pääse muodostumaan. Käytön lopettamisesta ja sen jälkeen suoritettavasta purkamisesta tulisi tehdä kirjallinen ilmoitus rakennusvalvonnalle.

LÄHTEET

1. RIL 218-2001 Lumirakenteiden suunnittelu- ja rakennusohjeet. Suomen rakennusinsinöörien liitto
2. a. Lumi- ja jäärakenteiden turvallisuus. Kuluttajaviraston tuoteturvallisuusvalvonnan ohje 20.3.2008
b. Kuusamon kaupungin ympäristöterveysvalvonnan tarkastuskertomus 13.4.2010
3. a. Laki kulutustavaroiden ja kuluttajapalvelusten turvallisuudesta 30.1.2004/75
b. Kuluttajaviraston julkaisusarja 9/2003: Kuluttajaviraston ohjeet ohjelmopalveluiden turvallisuuden edistämiseksi
4. Lumirakennussuunnitelma - asemapiirros 22.11.2007
5. Rakennepiirustus RAK 07840 001 - Rukatunturi, Lumesta rakennettu iglu, sisähalkaisija 8 m. 20.11.2007
6. Rakennepiirustus RAK 08938 001 - Rukatunturi, Lumesta rakennettu iglu, sisähalkaisija 10 m. 27.11.2008
7. Snow & Ice Methods. Lumi- ja jäärakentamisen tutkimus- ja ohjeistushanke. Rovaniemen Ammattikorkeakoulun toimittama materiaali 1.6.2010
8. Puhelinkeskustelu lehtori Kai Ryynäsen kanssa 1.6.2010 (Rovaniemen AMK)
9. Pelastustoimen onnettomuus- ja resurssitietokanta Pronto, hälytysseleste ja onnettomuusseleste
10. Koillismaan poliisilaitoksen valokuvamateriaali
11. Kuusamon rakennusvalvonnan valokuvamateriaali
12. Ravintolayrittäjän selvitys tapahtumasta Kuusamon kaupungin ympäristöterveysvalvonnalle 28.4.2010
13. Lumiravintolan rakentajan sähköposti 1.7.2010 – Selostus rakentamistavasta ja kunnan valvonnan periaatteista sekä rakentajan selostus valvontatapahtumista huhtikuussa ennen romahtamista.
14. Puhelinkeskustelu 2.8.2010 rakentajan kanssa.
15. Tutkintaselostusluonnoksesta saadut kommentit.