

Onderzoek Effectbestrijding Brand (Rookverspreiding) – Fase 1

Versie: 431N1010/1.0, 22 juni 2011

Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid
Postbus 7010
6801 HA Arnhem

T 026 355 24 00
F 026 351 50 51

info@nifv.nl

Onderzoek Effectbestrijding Brand (Rookverspreiding) – Fase 1

Versie: 431N1010/1.0, 22 juni 2011



Dit project is uitgevoerd in samenwerking met KreaNova BV.

Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid:

Wij ontwikkelen kennis, dragen bij aan de vakontwikkeling voor brandweer, geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen (GHOR), crisisbeheersing en leiderschapsontwikkeling en vergroten zo de fysieke veiligheid.

Colofon

Opdrachtgever: Brandweer Amsterdam-Amstelland
Contactpersoon: dr. ir. R. Weewer

Titel: Onderzoek Effectbestrijding Brand
(Rookverspreiding) – Fase 1

Datum: 22 juni 2011
Status: eindrapport
Versie: 1.0
Projectnummer: 431N1010

Auteurs: Alexander Heijnen (KreaNova BV)
Ralf Beerens (NIFV)
Martina Duyvis (NIFV, projectleider)

Eindverantwoordelijkheid: dr. ir. J.G. Post (hoofd onderzoek NIFV)



Dit project is uitgevoerd in samenwerking met KreaNova BV.



Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Over dit rapport	5
1.2	Opdracht	5
1.3	Situatiebeschrijving en probleemstelling	5
2	Proces en werkwijze	7
3	Resultaten	8
3.1	Ervaring met "Out-Of-The-Box" denken volgens TRIZ	8
3.2	Resultaten 1 ^e sessie (brainstormsessie)	8
3.3	Prioriteitenmatrix	11
3.4	Resultaten 2 ^e sessie (uitwerksessie)	12
3.4.1	Concept 1: 'Rookwijzer'	13
3.4.2	Concept 2: 'Rookcentrifuge'	14
3.4.3	Concept 3: 'Balloon'	15
3.4.4	Concept 4: 'Rookgordijn'	16
3.4.5	Concept 5: 'Rookmagneet'	17
3.4.6	Concept 6: 'Rookwet' / 'Bouwbesluit Rook'	18
3.4.7	Concept 7: 'Smoke defender'	19
3.4.8	Concept 8: 'Anti rook installatie' ('ARI')	20
3.4.9	Concept 9: 'Rookblokker' (in pandig)	21
3.4.10	Concept 10: 'Overdrukker'	22
3.4.11	Concept 11: 'Zand IJs Kanon'	23
3.4.12	Concept 12: 'Stoomdeken'	24
4	Beoordeling concepten	25
4.1	Oplossingsvoorstellen	25
5	Vervolgtraject	27
5.1	Algemeen	27
5.2	Plan van aanpak: stappenplan	27
6	Bijlagen	29
6.1	Over Triz	30
6.2	Root Cause Analysis (RCA+)	32
6.3	Deelnemerslijst	33

1 Inleiding

1.1 Over dit rapport

Voor u ligt het eindrapport van fase 1 van het project 'Onderzoek effectbestrijding brand (rookverspreiding)'. Fase 1 bestond uit twee brainstormsessies met als doel mogelijke oplossingen te genereren die in een volgende fase van het project verder kunnen worden uitgewerkt. Deze sessies (één brainstormsessie en één uitwerksessie) zijn op respectievelijk 24 maart en 11 april 2011 gehouden.

Dit eindrapport geeft een overzicht van de opdracht, vraagstelling, de gevolgde werkwijze en de resultaten en geeft een richting voor het vervolgtraject.

1.2 Opdracht

Brandweer Amsterdam-Amstelland heeft het Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid (NIFV) opdracht gegeven een brainstorm te organiseren met als doel het bedenken, selecteren en uitwerken van bestaande of te ontwikkelen methoden/technieken die rookwolken bij brand en/of gaswolken helpen te voorkomen of beperken (in tijdsduur en omvang).

De ambitie ten aanzien van de brainstorm was om deskundigen van diverse achtergrond met elkaar in contact te brengen en gezamenlijk op creatieve en gestructureerde wijze op zoek te gaan naar vernieuwende methoden, technieken en producten voor het probleem. Daarnaast was de ambitie om het innovatief denken binnen de brandweer een extra impuls te geven door de introductie van de 'TRIZ-methode' als innovatieve denkwijze. Door ook deskundigen van buiten de brandweer te betrekken maakten ook andere (overheids)organisaties kennis met deze methode. Op deze wijze werd een optimaal rendement uit de eerste fase van het project beoogd. (Zie de bijlage, paragraaf 6.1, voor meer informatie over TRIZ.)

De brainstormsessie vormt de eerste fase van het project 'Onderzoek effectbestrijding brand (rookverspreiding)'. Het resultaat van de brainstorm vormt de basis voor fase 2 van het project, waarin de verdere ontwikkeling van een methode, techniek of product centraal staat. Het project staat onder auspiciën van de Landelijke Faciliteit Rampenbestrijding (LFR).

1.3 Situatiebeschrijving en probleemstelling

Bij elke brand komt rook vrij. Het komt vaak voor dat de brandweer branden in grote gebouwen niet meer kan blussen. Zij beperkt zich dan tot het voorkomen van uitbreiding naar belendingen. Gevolg daarvan is dat er veelal een grote rookwolk ontstaat, die voor veel irritatie bij omwonenden zorgt. Het kan ook voorkomen dat de rookwolk het normale leven in het effectgebied onmogelijk maakt. In zo'n geval kunnen mensen dagenlang hun huizen niet in en kan het economisch leven stil komen te liggen. Er ontstaat dan grote emotionele en economische schade.

Tot nog toe beschikte de brandweer niet over mogelijkheden en middelen om deze effectschade te beperken. Omdat de brandweer in de toekomst in toenemende mate zal

gaan kiezen voor de buitenaanval kan dit probleem in de toekomst erger worden. Overigens treedt dit probleem ook op bij emissie van gevaarlijke gassen. Ook daarvoor zijn geen middelen/mogelijkheden voorhanden.

De brandweer wil in de toekomst kunnen beschikken over een mogelijkheid of mogelijkheden om de rookwolk afkomstig van een grote brand of een gaswolk te beperken: dit in tijdsduur en in omvang. Hiervoor zou een 'tool' ontwikkeld moeten worden: een direct in de praktijk toepasbare techniek en/of methode.

Het beoogde eindresultaat van het project is een conceptstelsel (mogelijk met prototype) waarmee de gevolgen van het vrijkomen van schadelijke rook, gassen en/of dampen kunnen worden voorkomen of beperkt. Neerslaan is één methode om een gas- of rookwolk te beperken, maar wellicht zijn er andere methoden en bijbehorende technieken denkbaar en uitvoerbaar (verspreiden, oplossen, inkapselen et cetera).

Voor de brainstormsessie is gekozen voor de volgende vraagstelling:

"Hoe kunnen we de rookwolk van een grote brand of een gaswolk beperken (in tijd, omvang, consequenties)?"

2 Proces en werkwijze

Het brainstormtraject bestond uit twee afzonderlijke sessies, een brainstormsessie en een uitwerksessie. Beide sessies werden begeleid door KreaNova BV. De lijst van deelnemers is te vinden in de bijlage, paragraaf 6.3.

- *Brainstormsessie* (24 maart 2011), gericht op het bedenken van ideeën. Tijdens deze brainstormsessie is, onder andere, gebruikgemaakt van TRIZ, een systematische methode voor het oplossen van problemen en het bedenken van nieuwe ideeën. TRIZ maakt gebruik van een enorme database met patenten, waaruit geput kan worden om oplossingen voor problemen uit het verleden te 'vertalen' naar oplossingen voor concrete problemen en uitdagingen van vandaag. Zie de bijlage, paragraaf 6.1, voor meer informatie over de TRIZ-methode.

Programma van de brainstormsessie:

- Toelichten doelstelling en programma;
 - Toelichten situatie en probleemstelling;
 - Inventariseren eerste ideeën;
 - Inleiding TRIZ;
 - Probleemanalyse met RCA+ (TRIZ techniek);
 - Ideeën bedenken met TRIZ;
 - Beoordelen ideeën (stemronde).
- *Uitwerksessie* (11 april 2011), gericht op het selecteren en verrijken van de ideeën. Doel van deze sessie was het verder ontwikkelen van de ruwe ideeën uit de eerste sessie tot concrete oplossingsconcepten die in de fase 2 van het project verder uitgevoerd kunnen worden.

Programma van de uitwerksessie:

- Selectie uit te werken ideeën;
- Uitwerken ideeën tot concepten;
- Beoordelen concepten;
- Opstellen plan van aanpak vervolgtraject.

3 Resultaten

3.1 Ervaring met “Out-Of-The-Box” denken volgens TRIZ

Het brainstormtraject heeft, naast de inhoudelijke resultaten die in de paragrafen hieronder staan vermeld, voor de brandweer een zeer wezenlijke ervaring met het zogenaamde “out-of-the-box”-denken ofwel creatief, patroon doorbrekend denken gebracht. De deelnemers vonden het werken met de TRIZ-methode inspirerend en zien het als positieve ervaring, hoewel de kennismaking erg kort was; men zou er meer van willen weten. Het project is gezien deze reacties geslaagd in de ambitie om ook een innovatieve manier van brainstormen te introduceren bij de brandweer.

In deze brainstormsessie werkten deskundigen van de brandweer, inhoudelijk betrokken bij innovatietrajecten bij de brandweer, samen met experts uit zeer verschillende disciplines buiten de brandweer (zie bijlagen, paragraaf 6.3). Met deze groep is gebleken dat het zeer wel mogelijk is om bestaande aanpakken op een positieve manier ter discussie te stellen en met een brede, open blik naar schijnbaar onoplosbare problemen te kijken.

3.2 Resultaten 1^e sessie (brainstormsessie)

In de eerste ronde van de brainstormsessie werd vrijuit gebrainstormd; vervolgens werd in een tweede ronde de TRIZ-methode toegepast. De totale brainstormsessie heeft 110 ruwe ideeën opgeleverd, waarvan circa de helft via TRIZ tot stand is gekomen. Zie de overzichten in tabel 1 en tabel 2.

Van deze 110 ruwe ideeën is bepaald

- wat het concept achter het desbetreffende idee is (de manier waarop het idee het probleem denkt op te lossen); en
- van welk middel het idee gebruikmaakt.

Vervolgens hebben de deelnemers hun stemmen uitgebracht op de naar hun mening meest veelbelovende ideeën.

Tabel 1 Ideeën uit eerste sessie, zonder TRIZ

De score is gelijk aan het aantal stemmen dat het betreffende idee kreeg. De aanduiding 'xxx' betekent dat het concept en/of middel achter het idee niet verder is uitgewerkt.

Nr	Ruwe ideeën (zonder TRIZ)	score	concept	middel
1	nevel mistblussing waardoor rook neerslaat (te beginnen bij de bron)	4	neerslaan, blussen	nevel
2	2 platen aan weerszijden elektrostatisch laden	4	xxx	elektrostatisch
3	brand activeren met zuurstof	4	activeren	zuurstof
4	kleine straalmotor om brand te activeren	4	activeren	turbine
5	heli met waterzak van 10.000 liter	4	blussen	water heli
6	doek van aluminiumfolie reflectie warmte	4	afschermen	doek
7	grote blusdeken over de rookopening	3	afdekken	doek
8	afzuigen en opvangen	3	afzuigen, opvangen	xxx
9	thermische eigenschappen brand beheersen	3	thermisch	xxx

Nr	Ruwe ideeën (zonder TRIZ)	score	concept	middel
10	additieven in bluswater	3	blussen, reageren	chemisch
11	magnetisch veld	3	xxx	magnetisch
12	middel inbrengen waardoor uitregent (aerosol werking stimuleren)	2	neerslaan	chemisch
13	gat in de inversielaag	2	rookrichting	xxx
14	brand versnellen door extra brandstof / 'molotov'	2	activeren	brandstof
15	chemische aanpak	2	xxx	chemisch
16	rook in grote koker brengen / in compartiment vangen, (schoorsteen) en wegblazen	2	opvangen, wegblazen	afzuigkap
17	elektrostatisch veld	2	xxx	elektrostatisch
18	niets doen	2	xxx	xxx
19	zuurstof wegnemen	2	verstikken	xxx
20	kleine kernexplosie	2	verstikken	explosie
21	tegenhouden met groot zeildoek tussen heli's / zeppelins	2	afschermen	doek heli
22	temperatuur omhoog brengen	2	thermisch	xxx
23	opvangen in een hete luchtballon	1	opvangen	ballon
24	rook weg- / uiteenblazen	1	wegblazen	xxx
25	klimaat beïnvloeden	1	xxx	xxx
26	gebruik materialen die geen rook afgeven	1	preventie	bouw
27	beïnvloeden van voortgangspad	1	xxx	xxx
28	blussen met koudijs	1	blussen	koudijs
29	positieve druk in pand	1	preventie	druk
30	opvangen en wassen van de rook	1	opvangen, filteren	xxx
31	kapot maken	1	segmenteren	xxx
32	wapperen met waaier	1	wegblazen	waaier
33	grote gasbrander erin	1	activeren	brandstof
34	onderdruk (beïnvloeden)	1	xxx	druk
35	signaleren van het probleem	1	meten	xxx
36	meetapparatuur voor rook verbeteren	1	meten	xxx
37	krachtveld		xxx	xxx
38	rook laten doorreageren		reageren	chemisch
39	brand uitexploderen		verstikken	explosie
40	kleinere deeltjes maken		segmenteren	xxx
41	groot zeildoek		xxx	doek
42	in beeld brengen rookpluim		meten	xxx
43	sterk afkoelen > lokale neerslag		neerslaan	xxx
44	muur eromheen		afschermen	muur
45	rook als poeder benaderen		xxx	xxx
46	specifieke blustechnieken		blussen	xxx
47	brandbare elementen uit bron halen		xxx	xxx
48	heli's boven brand (om rook te verdunnen)		segmenteren, wegblazen	heli
49	rook direct laten neerslaan		neerslaan	xxx
50	blussen / afdekken met grond/zand		blussen, afdekken	grond
51	opmengen / turbulentie creëren		segmenteren, wegblazen	xxx
52	monitoren voortgang neerslag		meten	xxx
53	chemische bestrijding van giftige elementen		reageren, filteren	chemisch
54	elektrostatische effecten (aerosoltechniek)		xxx	elektrostatisch
55	afdekken met schuim		afdekken	schuim
56	watermist bij neerslaan gevaarlijke dampen (minder		neerslaan	nevel

Nr	Ruwe ideeën (zonder TRIZ)	score	concept	middel
	schadelijke gevolgen)			
57	zichtbaar maken van bron		meten	xxx
58	opvangen in hete lucht ballon		opvangen	ballon
59	regen opwekken boven brand		neerslaan	xxx
60	rook ontkleuren		xxx	xxx
61	elektrostatisch filter voor opening met rook		filteren	elektrostatisch
62	grote afzuigkap of ventilator		afzuigen, opvangen	turbine, afzuigkap
63	groot materieel turbulentie om in bron te blazen		wegblazen	turbine
64	rookpluim richting beïnvloeden om deze te naar dunbevolkt gebied doen drijven		rookrichting	xxx

Tabel 2 Ideeën uit eerste sessie, met TRIZ

De score is gelijk aan het aantal stemmen dat het betreffende idee kreeg. De aanduiding 'xxx' betekent dat het concept en/of middel achter het idee niet verder is uitgewerkt.

Nr	Ruwe ideeën met TRIZ	score	concept	middel
65	veranderen van de parameters	7	xxx	xxx
66	rook elektrisch laden	6	xxx	elektrostatisch
67	bouw die windrichting onafhankelijk is	5	preventie	bouw
68	rookgas 'uitwasser'	4	filteren	xxx
69	beïnvloeden van de rookkolom dmv ultrasone techniek	4	rookrichting	ultrasoon
70	sensor als waarschuwing die overdruk opbouwt (incl filtersysteem)	4	meten, filteren, preventie	druk
71	katalysator toevoegen aan rook	4	reageren	chemisch
72	watermistgordijn	4	xxx	nevel water
73	brandlocatie omvormen tot kachel	3	activeren	xxx
74	beïnvloeden windrichting	3	rookrichting	xxx
75	additieven ter condensatie, temperatuur omlaag	3	neerslaan	chemisch
76	laten uitregenen dmv agens	2	neerslaan	chemisch
77	temperatuur beïnvloeden	2	thermisch	xxx
78	plaatsen scherm	2	afschermen	wand
79	een van de zijden van de branddriehoek vergroten	2	xxx	xxx
80	object om de wind te sturen	2	rookrichting	object
81	wand opzetten	2	afschermen	wand
82	helikopter om wind te beïnvloeden	2	rookrichting	heli
83	de bron aanpakken	1	xxx	xxx
84	harmonica tunnel in rookgebied	1	afschermen	tunnel
85	diffusie van de wolk, concentratie omlaag brengen	1	segmenteren	xxx
86	afzuigen of draineren van de rook dmv preventieve kap	1	afzuigen	afzuigkap
87	brand versnellen	1	activeren	xxx
88	condenseren tegen scherm	1	neerslaan	wand
89	bij de bouw rekening houden met primaire wind richting	1	preventie	bouw
90	antirook pil	1	preventie	chemisch
91	segmenteren van de bron	1	segmenteren	xxx
92	niet bouwen in dichtbevolkte gebieden	1	preventie	bouw
93	'fail save' systeem versterken	1	xxx	xxx
94	afschermen	1	afschermen	xxx
95	turbulentie veroorzaken	1	wegblazen	xxx
96	rook verdunnen	1	segmenteren	xxx
97	manipuleren via mistneveling		xxx	nevel

Nr	Ruwe ideeën met TRIZ	score	concept	middel
98	afzuigkap, opvang voor warmte		afzuigen	afzuigkap
99	omvang brand bepaalt omvang maatregel		xxx	xxx
100	shelters in rookgebied		preventie	bouw
101	wolk in verschillende richtingen laten gaan		rookrichting	xxx
102	wolk opdelen in partjes		segmenteren	xxx
103	regionale schuilkeiders		preventie	bouw
104	proces omkeren		xxx	xxx
105	wand met miststelsel voor brandend object		afschermen	wand nevel
106	wand om wind tegen te houden waardoor mens verlenging van vluchtweg krijgt		afschermen	wand
107	nevel- / miststelsel voor neerslaan rook		neerslaan	nevel
108	afzuigkap (afzuigen - rook wassen - warmte benutten)		afzuigen, filteren	xxx
109	segmenteer fabriek / object / bron		segmenteren	xxx
110	chemische aanpak (condenseren / samenstelling / etc)		neerslaan filteren	chemisch

3.3 Prioriteitenmatrix

Vervolgens werden deze 'concepten' en 'middelen' geclusterd. Op basis daarvan is een matrix samengesteld, waarin per concept/middel het aantal toegekende stemmen is weergegeven. Zie tabel 3. Op basis van deze matrix zijn de prioriteiten voor de uitwerksessie gesteld.

Tabel 3 Clustering van concepten en middelen

Concepten	# stemmen	Middelen																						
		chemisch	elektrostatisch	doek	bouw	heli	nevel	druk	wand	turbine	ultrasoon	zuurstof	afzuigkap / koker	brandstof	magnetisch	explosie	object	ballon	koudijs	tunnel	waaijer	grond	schuim	
# stemmen		17	12	9	8	8	8	6	5	4	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	
activeren	15									4		4		3										
rookrichting	13					2					4						2							
afschermen	12			6		2			4											1				
preventie	9	1			8			5																
filteren	9						4																	
blussen	8	3					4												1					
neerslaan	8	7					4		1															
opvangen	7												2					1						
reageren	7	7																						
thermisch	7																							
meten/signaleren	6							4																
wegblazen	5												2									1		
afzuigen	4												1											
segmenteren	4																							
verstikken	4															2								
afdekken	3			3																				

Tijdens de brainstormsessie kwam ook nog een aantal oplossingen naar voren die ten doel hadden om de rook te voorkomen door aanpassingen in de bouwfase. Deze oplossingsrichtingen zijn niet verder uitgewerkt, omdat deze een heel andere vervolgaanpak zouden vragen. Hiertoe zouden aanpassingen in de wet- en regelgeving moeten worden voorgesteld.

3.4 Resultaten 2^e sessie (uitwerksessie)

Op basis van prioriteitenmatrix (tabel 3) zijn in de tweede sessie, de uitwerksessie, onderstaande concepten uitgewerkt en van een titel voorzien.

Nr	Concept	Titel
1	Beïnvloeden van de rookrichting	Rookwijzer
2	Filteren van de rook	Rookcentrifuge
3	Activeren van de brand	Balloon
4	Afschermen van de rook	Rookgordijn
5	Gebruik maken van elektrostatische mogelijkheden	Rookmagneet
6	Veranderen van de parameters	Rookwet
7	Neerslaan van de rook	Smoke defender
8	Chemische beïnvloeding	ARI (Anti Rook Installatie)
9	Preventieve installatie bij inpandige rook	Rookblokker
10	Preventieve installatie bij uitpandige rook	Overdrukker
11	Blussen van de brand	Zand IJs Kanon
12	Beïnvloeden van de thermische eigenschappen van de brand / rook	Stoomdeken

In de volgende subparagrafen worden deze concepten nader omschreven. Daarbij wordt toegelicht wat het concept inhoudt, wordt het resultaat van toepassing van het concept beschreven, worden de pluspunten maar ook de eventuele knelpunten van het concept benoemd, wordt aangegeven welke risico's het concept met zich meebrengt en wordt aangegeven met welke andere ideeën het concept gecombineerd kan of moet worden om het concept te versterken. Bij enkele concepten wordt reeds aangegeven wie of welke organisatie of bedrijf een interessant eerste contact voor verdere uitwerking van het concept zou kunnen zijn.

3.4.1 Concept 1: 'Rookwijzer'

Omschrijving

Beïnvloeden van de rookrichting, zodat het effect op de verstoring van maatschappelijke processen (economie, veiligheid) zoveel mogelijk beperkt blijft. Methode:

- wegblazen;
- opzuigen;
- elektrostatisch beïnvloeden.

Pluspunten

- vernieuwend;
- beheersbaarheid van rook;
- zichtbaar effect.

Resultaten

- rookrichting beheersen.

Knelpunten

- richt zich niet op beperking van rook;
- tijdsduur van de maatregelen;
- vergt R&D.

Risico's

- vergt combinatie met concept gericht op rookbeperking.

Combinatie met andere ideeën

- neerslaan;
- blussen;
- filteren.

3.4.2 Concept 2: 'Rookcentrifuge'

Omschrijving

Door middel van een constructie die rook aanzuigt, centrifugeert en filtert, de schadelijke rookdeeltjes verwijderen zodat de nadelige effecten voor de maatschappij worden geminimaliseerd. Methode:

- sterke afzuiginstallatie + centrifuge + filter;
- rook komt er onschadelijk uit.

Pluspunten

- zichtbaar;
- vernieuwend;
- werkt voor veel soorten branden;
- preventief te plaatsen in risicogebied.

Resultaten

- schone rook;
- veel minder maatschappelijke schade.

Knelpunten

- R & D nodig op het gebied van zuig-, filter- en opvangcapaciteit;
- omvang / hanteerbaarheid;
- rekening houden met hitte van brand / rook.

Risico's

- (geen risico benoemd)

Combinatie met andere ideeën

- rookrichting;
- combineren met maatregelen aan de bron.

Interessant inhoudelijk contact:

- gesprek met firma Kuiken / Hytrans over mogelijkheden voor ontwerp.

3.4.3 Concept 3: 'Balloon'

'van TAS (tankautospuiter) naar BB (brandstofbom)'

Omschrijving

- het activeren van de brand, waardoor sneller en met verhoging van temperatuur een vollediger verbranding plaatsheeft. Vanuit het 'hete luchtballon effect' een verspreiding van minder schadelijke reststoffen;
- in een vroeg stadium toevoegen van zuurstof om volledige verbranding te bereiken en een optimale pluimstijging te behouden;
- in een later stadium dient een brandstof te worden toegevoegd om deze pluimstijging te handhaven;
- dit concept kan verder worden uitgebreid met het toevoegen van stoom, watermist en additieven om de rookdeeltjes te doen neerslaan;
- het effect is minder negatieve gevolgen wat betreft neerslag.

Pluspunten

- beperken van het aantal roetdeeltjes;
- door het behoud van de pluimstijging een gunstige rookverspreiding;
- volledige verbranding waardoor minder reststoffen;
- 'tegengesteld brandweerprincipe';
- verkorting brandproces;
- minder milieuprobleem bij de bron en direct effectgebied;
- simpelheid.

Resultaten

- brandt sneller en vollediger uit;
- vanuit natuurlijk proces vermindering van milieuschade.

Knelpunten

- gaat in tegen het principe van het bestrijden van een brand en moet dus een mogelijke denkweerstand binnen (en buiten!) de brandweer overwinnen;
- beheersbaarheid van de brand;
- middelen om het concept te realiseren.

Risico's

- branduitbreiding naar belendingen;
- belemmering gebruik in relatie tot investering;
- negatieve mondiale aandacht.

Combinatie met andere ideeën

- brandschermen, waterschermen (afschermen);
- rookrichting, rookverdunding (door beter/hoger in andere luchtstroom / andere koers);
- positieve druk in pand.

Interessant inhoudelijk contact:

- gesprek met firma Turbolöscher.

3.4.4 Concept 4: 'Rookgordijn'

Omschrijving

Mobiele afscherming van omgeving tegen rook en neerslaan van rookdeeltjes. Het apparaat is een transporteerbare en uitvouwbare constructie waarmee de omgeving wordt afgeschermd en de rook wordt tegengehouden en neergeslagen. Het concept gaat uit van bewezen principes. Uitgangspunten zijn een neerdalende rookpluim en een groot object (pand).

Pluspunten

- transporteerbaar met huidige (brandweer)materieelvoorziening;
- absorbeerbaar en direct inzetbaar;
- afhankelijk van hoogte telescopisch en vouwbaar uitgevoerd;
- zichtbaar;
- simpel concept, uitvoerbaar en betaalbaar;
- flexibel inzetbaar met betrekking tot de brandrichting;
- combineert meerdere principes:
 - afschermen;
 - neerslaan;
 - 'thermisch versterken' van de brand.

Resultaten

- afschermen;
- beperken rook (neerslaan);
- uitbreidbaar met andere concepten.

Knelpunten

- breedte en hoogte van de constructie in combinatie met gewicht (windsnelheid uitrekenen);
- hoogtebereik / benodigde hoogte ten opzicht van het object;
- vouwconstructie / opvouwbaarheid;
- hittebestendigheid.

Risico's

- technische haalbaarheid;
- hoeveelheid benodigde schermen.

Combinatie met andere ideeën

- uitbreidbaar met bluskanonnen en andere blusmiddelen, zoals ijsblussing
- vervaardiging van thermoschermen uit aluminiumfolie: 'thermisch versterken'
- eventueel is de constructie te gebruiken om er een net aan te hangen dat elektrostatisch wordt geladen.

Interessant inhoudelijk contact:

- gesprek met firma De Boer Tenten in Alkmaar.

3.4.5 Concept 5: 'Rookmagneet'

Omschrijving

Het zuiveren van de rook door middel van neerslaan (laden) of afvangen van rookdeeltjes door middel van elektromagnetisch effect. Het is een installatie die het volgende omvat

1. elektrostatisch geladen platen;
2. afzuigkap met rookgasreiniging.

Pluspunten

- het richt zich vooral op het weghalen van het schadelijke effect van rook;
- deze techniek is onafhankelijk van de gekozen blustechniek;
- deze ontwikkeling kan verder gebruikt worden in een eventueel innovatieve blustechniek;
- deze wordt al op kleine schaal (lab) toegepast;
- reeds bestaande toepassing in industrie;
- nieuw binnen brandweer (kennisontwikkeling).

Resultaten

- 'schone' lucht (zonder rookdeeltjes).

Knelpunten

- de dimensies van een brand (capaciteit);
- nadelige neveneffecten;
- research noodzakelijk;
- toepasbaarheid in fase van brand, in verband met temperatuur, na- en ontbrandingen, opwaartse druk.

Risico's

- uitvoerbaarheid;
- kosten: aanschaf en gebruik;
- energieproblematiek;
- toepassing bij gassen;
- opkomsttijd (afzuigkap).

Combinatie met andere ideeën

- filteren, afdekken en rookrichting
- opvangen (ballon).

Interessant inhoudelijk contact

- dhr. P. Honcoop, NEM (heeft deskundigheid op het gebied van elektromagnetisch manipuleren van rook).

3.4.6 Concept 6: 'Rookwet' / 'Bouwbesluit Rook'

Omschrijving

Het heffen van preventieve maatregelen gericht op lokalisering, constructie en inrichting van gebouwen om (het ontstaan) van rookontwikkeling te voorkomen of te ontwijken.

Pluspunten

- gericht op voorbereiding / preventie, dus vooraf;
- aansluiting op bestaande regelgeving;
- er ontstaat geen rook, dus geen probleem;
- structurele oplossing in de toekomst.

Resultaten

- minder (schadelijke) rook;
- uitbreiding van regelgeving, specifiek gericht op rook.

Knelpunten

- toepasbaarheid bij niet-gebouwen
- bij ontwijken gaat men aan probleem voorbij: de rook blijft;
- vergt onderzoek naar 'ideale' situatie;
- waardering (aanvaardbaarheid) van criteria;
- langdurig proces.

Risico's

- brand blijft;
- handhaving / toetsing;
- verandering van omgeving;
- bestaande situatie.

Combinatie met andere ideeën

- basis voor overige concepten.

3.4.7 Concept 7: 'Smoke defender'

'Game changer' / 'Transparantie geeft garantie'

Omschrijving

Opname van rookdeeltjes door een ander fenomeen (nevel, aerosol, chemisch) waardoor verspreiding wordt tegengegaan; door absorptie, neutralisatie, ontbinding et cetera. Het oorspronkelijke probleem wordt geneutraliseerd.

Pluspunten

- voorkomt verdere verspreiding;
- absorberende werking;
- uitgaan van bestaande middelen waardoor sneller realiseerbaar;
- zwaarder maken van de rook.

Resultaten

- beperking / voorkoming verspreiding van rook.

Knelpunten

- milieueffect.

Risico's

- geen direct resultaat (op termijn).

Combinatie met andere ideeën

- afschermen;
- blussen;
- verstikken;
- afdekken.

3.4.8 Concept 8: 'Anti rook installatie' ('ARI')

Omschrijving

Door middel van toevoegen van additieven die een chemische reactie met de rook aangaan, de rook beïnvloeden. Bijvoorbeeld: de rook kleurt 'wit' / de rook wordt minder schadelijk / de rook stijgt, daalt of verwaait afhankelijk van het additief / et cetera.

Pluspunten

- mobiele additieven;
- rook kleurt 'onschuldig';
- te combineren met andere ideeën;
- Stijgen en dalen is te beïnvloeden.

Resultaten

- Rook die
 - Verkleurt;
 - minder schadelijk is;
 - concentreert of verwaait.

Knelpunten

- keuze additieven;
- manier van inzetten.

Risico's

- (negatieve) effecten van additieven;
- (schadelijke) soort additieven.

Combinatie met andere ideeën

- verwaaien, segmenteren;
- blussen;
- brand versnellen;
- koelen.

3.4.9 Concept 9: 'Rookblokker' (inpandig)

Omschrijving

Systeem voor bescherming van een object tegen rook veroorzaakt door een inpandige brand. Door brand in een vroegtijdig stadium te detecteren (via camera's, rookmelders, warmtemelders) wordt een overdrukinstallatie geactiveerd die er voor zorgt dat, in combinatie met roetfilters en sprinklerinstallatie, de rook wordt opgevangen en neergeslagen.

Pluspunten

- directe brondetectie;
- directe opvolging van mechanische activiteiten:
 - sprinkler;
 - overdruk;
 - sturen naar rookfilter.

Resultaten

- snellere borging van continuïteit van bedrijfsvoering;
- minder verzekeringspremie;
- minder negatieve milieueffecten.

Knelpunten

- brandwerendheid en rookdichtheid van afscheidingen is een must;
- handhaven van interne afspraken ('ramen en deuren dicht');
- financiële consequenties.

Risico's

- belemmering van ontwerp (architect).

Combinatie met andere ideeën

- nevelblussing;
- combinatie met warmteafvoersystemen;
- relatie met afschermen, neerslaan, opvangen en rookrichting.

3.4.10 Concept 10: 'Overdrukker'

Omschrijving

Een installatie die reageert op van buiten komende rook (of die door een externe rookmelding / brandmelding via 06 wordt geactiveerd). De installatie sluit ramen en deuren en creëert een overdruk waardoor rook niet de woning binnendringt.

Pluspunten

- geen rook in huis;
- 06-sigitaal te combineren met informatie over windrichting, waardoor activering beperkt blijft tot gericht risicogebied.

Resultaten

- geen rookschade in huis.

Knelpunten

- automatisch sluiten van ramen en deuren veronderstelt elektrische ramen en deuren (alternatief: gesproken melding).

Risico's

- (geen risico benoemd)

Combinatie met andere ideeën

- (geen combinatie met andere ideeën benoemd)

3.4.11 Concept 11: 'Zand IJs Kanon'

Omschrijving

Een alternatieve wijze van blussen die de snelheid van het blussen vergroot waarmee het effectgebied door rook wordt beperkt. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van bestaande technieken, maar met vernieuwende blusmiddelen: zand en ijs. Door blussing met deze middelen is de milieuschade beperkt.

Techniek:

- kanon om zand of ijs op de brand te brengen;
- kanon om met een nevel van ijsdruppels te blussen.

Pluspunten

- verschillende alternatieve nieuwe blusmiddelen in één concept;
- bestaande technieken;
- lijkt betaalbaar (zowel middel als benodigde R&D traject).

Resultaten

- afdekken van de bron / brand met minder blusstof;
- indringdiepte van de blusstof is groter.

Knelpunten

- bevroren ter plaatse brengen van (koud)ijs;
- vergt onderzoek naar bluswerking koudijs versus ijs;
- stromingseigenschappen van zand en ijsblokken zouden vergelijkbaar moeten zijn voor toepassing in één apparaat;
- voldoende worplengte;
- onbekend: kan nevel tijdens vernevelen bevroren worden met vloeibare stikstof.

Risico's

- oplossing in geval van ijs, te duur;
- als de stromingseigenschappen van zand en ijs niet vergelijkbaar zijn, zijn twee verschillende versies nodig.

Combinatie met andere ideeën

- nevelblussing;
- additieven toevoegen aan zand / ijs (bijvoorbeeld om rook te binden; vergt onderzoek).

3.4.12 Concept 12: 'Stoomdeken'

Omschrijving

Injecteren van de rook met 'stoom plus chemische additieven'. Het apparaat creëert een groot reagerend oppervlak over de rook.

Pluspunten

- verstikt;
- bindt;
- grote reikwijdte;
- zichtbaar resultaat;
- blussend effect;
- beperkend effect.

Resultaten

- blussing en beperking van het effectgebied.

Knelpunten

- ontwikkeling apparaat vergt R&D.

Risico's

- veel neerslag in beperkt gebied.

Combinatie met andere ideeën

- additieven;
- afscherming;
- blussing.

4 Beoordeling concepten

Na een eerste beschouwing zijn de 12 concepten verder geanalyseerd (zie tabel 4). Hierbij is per concept de oplossingsrichting nader bepaald:

- preventie;
- blussen van de brand (bron);
- aanjagen/activeren van de brand (bron);
- verspreiden van de rook;
- neerslaan van de rook.

Tabel 4 Analyse van oplossingsrichtingen van concepten

	concept	preventie	brand (bron) blussen	brand (bron) aanjagen	rookrichting verspreiden	rook neerslaan
1	Rookwijzer				primair	secundair
2	Rookcentrifuge				secundair	primair
3	Balloon			primair	secundair	
4	Rookgordijn		secundair		secundair	primair
5	Rookmagneet				secundair	primair
6	Rookwet	primair				
7	Smoke defender		secundair		secundair	primair
8	Anti rook installatie			secundair		primair
9	Rookblokker	primair				
10	Overdrukker	primair				
11	Zand IJs Kanon		primair		secundair	secundair
12	Stoomdeken		primair		secundair	primair

4.1 Oplossingsvoorstellen

Besloten is om, ten behoeve van het vervolgtraject, de concepten als volgt verder samen te voegen tot concrete oplossingsvoorstellen:

- Rookcentrifuge (op basis van concept 2 + een onderdeel van concept 1);
- Activeren (op basis van concept 3 + 7 + 8 + 12 + een onderdeel van concept 1);
- Rookgordijn (concept 4);
- Rookmagneet (op basis van concept 5 + een onderdeel van concept 1);
- Zand IJs Kanon (concept 11).

Besloten is om geen vervolg te geven aan de op preventie gerichte concepten (6,8,10).

Vervolgens zijn de vijf resterende oplossingsvoorstellen in stemming gebracht, zie hieronder het resultaat van deze eindbeoordeling:

Oplossingsvoorstel	Aantal stemmen
A. Rookcentrifuge	6
B. Activeren	14
C. Rookgordijn	3
D. Rookmagneet	10
E. Zand IJs Kanon	3

Besloten is om al deze vijf oplossingsvoorstellen mee te nemen in het vervolgtraject (zie hoofdstuk 5, Vervolgtraject).

5 Vervolgtraject

5.1 Algemeen

De brainstormsessie en uitwerksessie vormen de eerste fase van het project 'Onderzoek effectbestrijding brand (rookverspreiding)'. Het in de voorgaande hoofdstukken beschreven resultaat van deze sessies is de basis voor fase 2 van het project, waarin de verdere ontwikkeling van een methode, techniek of product centraal staat.

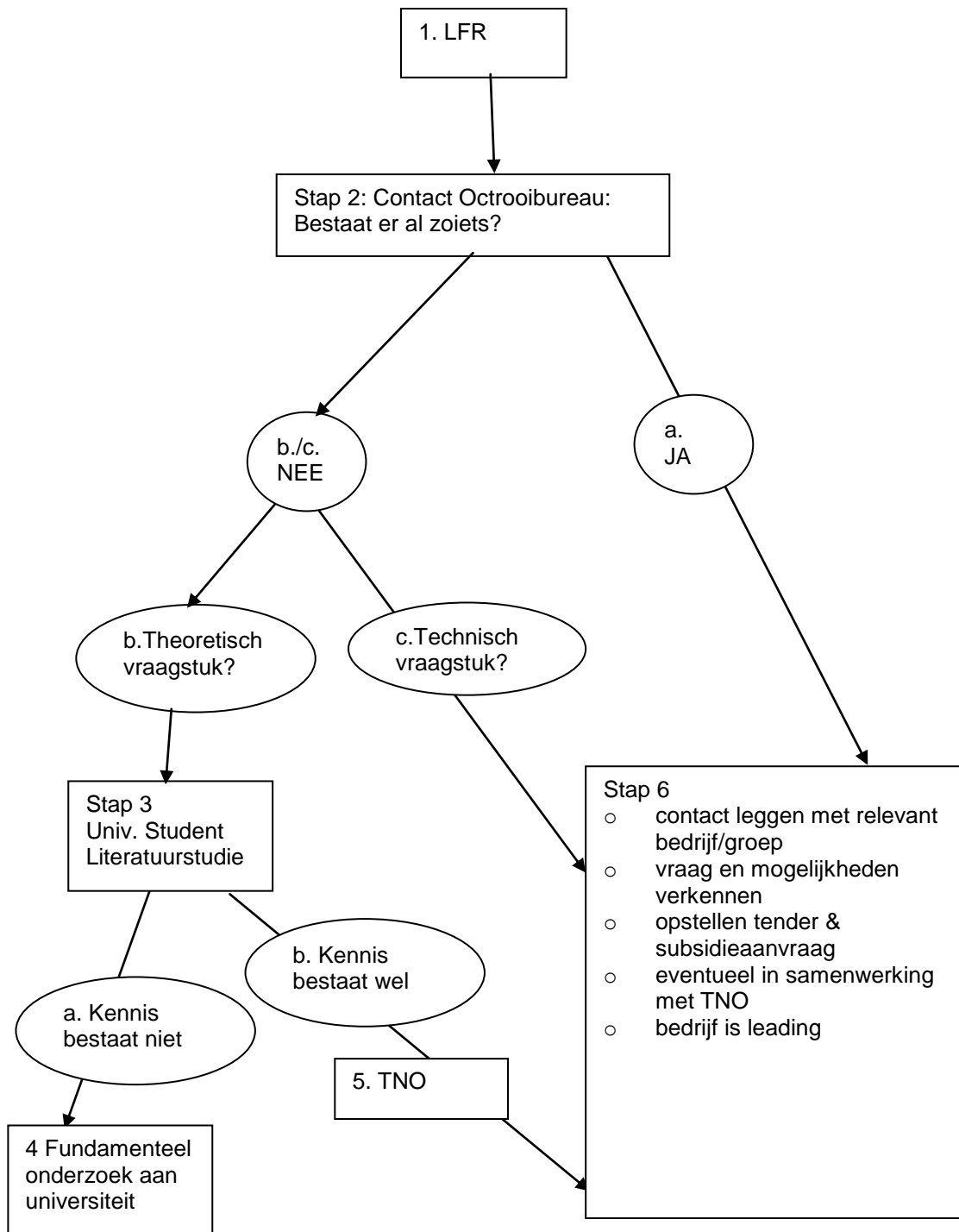
Tijdens de uitwerksessie is een stappenplan ontworpen, dat voor alle vijf in hoofdstuk 4 geformuleerde oplossingsvoorstellen kan worden doorlopen, als eerste actie voor fase 2 van het project (zie paragraaf 5.2). Hiervoor is de opdrachtgever fase 1 van het project, Ricardo Weewer van Brandweer Amsterdam-Amstelland, in eerste instantie de trekker.

5.2 Plan van aanpak: stappenplan

1. Terugkoppeling van de resultaten van fase 1 naar de Landelijke Faciliteit Rampenbestrijding (LFR).
2. Contact met het Octrooicentrum¹ met de vraag of iets dergelijks al bestaat:
 - a. indien JA → ga naar stap 6;
 - b. indien NEE, en theoretisch vraagstuk → ga naar stap 3;
 - c. indien NEE, en technisch vraagstuk → ga naar stap 4.
3. Literatuurstudie als opdracht aan een universitair student, met als resultaat:
 - a. kennis bestaat nog niet → ga naar stap 4;
 - b. kennis bestaat al → ga naar stap 5.
4. Universiteit: fundamenteel onderzoek opstarten
5. Contact leggen met TNO:
 - a. toegang krijgen tot relevante kennis;
 - b. vervolgens; ga naar stap 6.
6. Contact leggen met terzake relevant bedrijf / groep:
 - samen vraag en mogelijkheden verkennen;
 - opstellen tender & subsidieaanvraag;
 - eventueel in samenwerking met TNO;
 - waarbij geldt: bedrijf is 'leading'.

Zie figuur 1 voor een schematische weergave van dit stappenplan.

¹ Octrooicentrum (René Flint – 088 6026496)



Figuur 1 Schematische weergave stappenplan

6 Bijlagen

6.1 Over Triz

'TRIZ' staat voor Teorija Reshenija Izobretelskich Zadatsj, ofwel Theorie voor de Oplossing van Uitvindproblemen. De Russische ingenieur en schrijver Genrich Altshuller (1926-1998) kwam op het idee voor TRIZ toen hij werkte als patentambtenaar en in die hoedanigheid duizenden uitvindingen onder ogen kreeg. Een technisch probleem, zo merkte hij op, kan eigenlijk altijd worden teruggebracht tot een tegenstrijdigheid tussen twee eisen, bijvoorbeeld 'lengte' versus 'gewicht' (zie voorbeeld "verlengen camera-arm" in het kader). Uit 400.000 patenten destilleerde Altshuller veertig oplossingsprincipes, bijvoorbeeld 'segmenteren', 'gebruik tegengewicht' of 'gebruik composietmaterialen'. Nadat via een gedegen probleemanalyse de tegenstrijdige eisen zijn vastgesteld, kunnen (via een hulptabel; de TRIZ-Matrix) de bijbehorende oplossingsprincipes worden gevonden en toegepast.

TRIZ en vergelijkbare systemen zijn vrij onbekend in het westen. Bedrijven als Boeing, Procter & Gamble en Motorola, en in Nederland Philips Healthcare en TNO gebruiken het systeem, dat door het Koreaanse Samsung tot de basis van het innovatieproces is verheven. In Nederland wordt het systeem vooralsnog alleen aan de Universiteit Twente gedoceerd, maar in Korea hoef je als ingenieur niet te solliciteren zonder gedegen TRIZ-kennis. De relatieve onbekendheid van TRIZ zou te maken kunnen hebben met de westerse techniekcultuur, die de nadruk legt op geniale, originele vindingen door slimme experts. Brainstormen, 'trial-and-error' en geheimhouding horen daar meer bij dan opzoeken in een boek en kopiëren. Het idee dat je een flits van inzicht kunt forceren is natuurlijk niet erg romantisch. Aziatische bedrijven als Samsung hebben minder last van dit 'not-invented-here-syndroom'.

Het is een misverstand dat er met TRIZ geen creativiteit meer nodig zou zijn. Het omzetten van een concreet probleem in abstracte TRIZ-tegenstrijdigheden gaat nog wel. Maar die tegenstrijdigheden leveren vaak tamelijk abstracte, soms bijna orakelachtige aanbevelingen op, zoals 'Draai het om', of 'Maak van de nood een deugd'. Weliswaar zijn deze aanbevelingen in de TRIZ-handleidingen voorzien van talloze concrete voorbeelden, maar om ze ook zelf te vertalen naar nieuwe oplossingen voor bestaande problemen, daarvoor is doordenken en vakkennis nodig. De creativiteit zit hem dan in de interpretatie, en ook in het kiezen van de uiteindelijke oplossing die je gaat proberen.

Voorbeeld: verlengen camera-arm

Het filmapparaatbedrijf Egriment zocht een nieuw ontwerp voor een camera-arm. Dat is lange arm waaraan de filmcamera in de te schieten scène wordt bewogen. Als je de arm langer wilt maken, wordt de arm zwaarder en daardoor onhandelbaarder. Trillingen dreigen de opnamen te verstoren, er is een krachtiger motor nodig en een toneelpodium houdt het camerawagentje niet meer. Allemaal dingen die je wilt vermijden. Er is dan een tegenstrijdigheid tussen de sterkte van de arm en het gewicht. Dat probleem kun je opzoeken in Altshullers tabel, die dan een reeks oplossingsprincipes aanwijst: segmentatie, contragewicht, dynamiciteit en composietmaterialen. De oplossing was een telescooparm van ultrastijf composietmateriaal, waarvan het tegengewicht verschoof naarmate hij uitschuift. De arm, inmiddels bekend als 'Xtreme T12', werd een hit in de film- en televisiewereld.

Voorbeeld: draagvleugelboot.

Hoe sneller een draagvleugelboot gaat hoe meer schade er ontstaat aan de vleugels. Het snel stromende water veroorzaakt gaatjes in het metaal (cavitatie) door wrijvingswarmte. Bij dit conflict tussen het snel stromende water en het metaal van de draagvleugel kun je in de matrix de suggestie vinden om een tussenlaag aan te brengen

met een variant van een van de substanties. De praktische vertaling: in de draagvleugels werd een koelsysteem aangebracht, waardoor zich een dun laagje ijs vormt rond de draagvleugels. De cavitatie vernielt nu niet het metaal, maar de ijslaag, die vanzelf weer aanvriest.

Over Altshuller

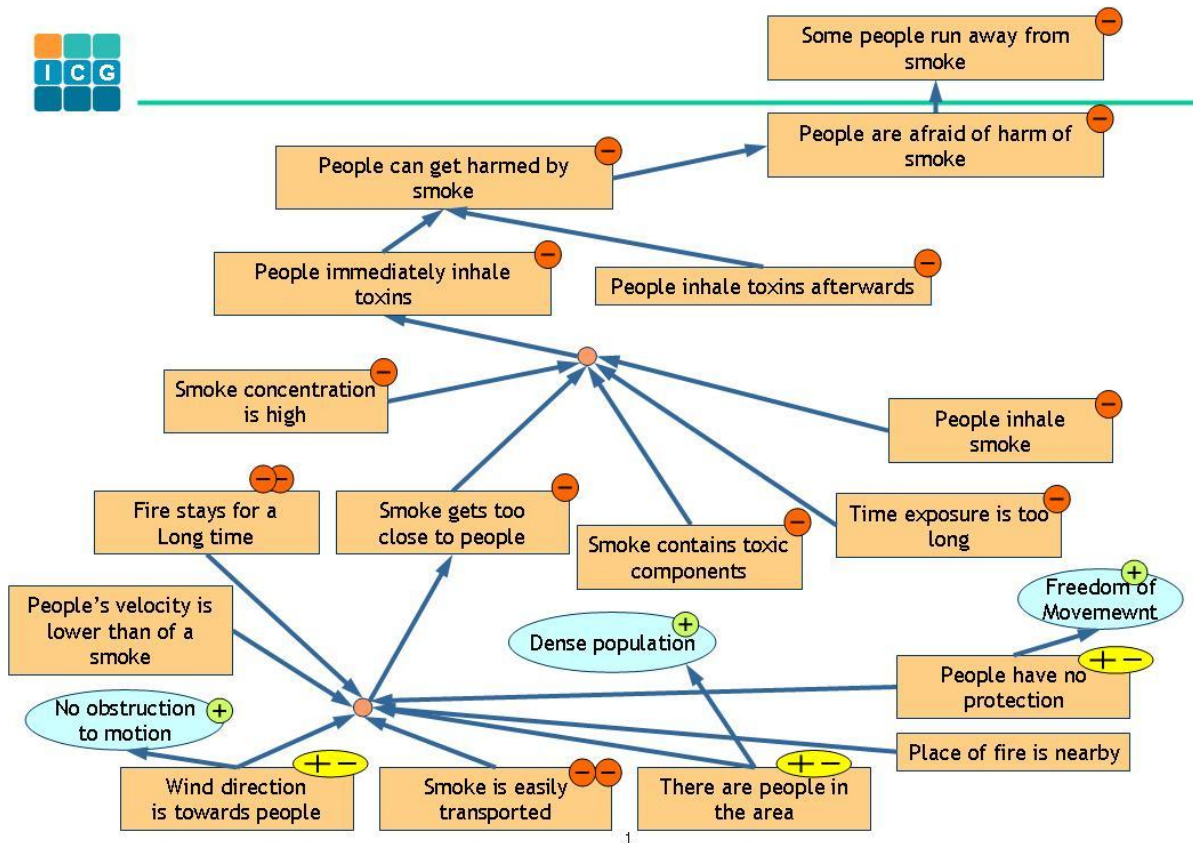
Sovjet-ingenieur, uitvinder en journalist Genrich Saulovitsj Altshuller (1926 – 1998) ontwikkelde TRIZ als patentambtenaar. Altshullers ideeën vonden aanvankelijk weinig weerklank. Sterker nog: toen hij per brief aan Stalin voorstelde dat met zijn methode de Russische industrie uit het slop kon worden gehaald, werd hij veroordeeld tot 25 jaar strafkamp vanwege de suggestie dat de Sovjet-technologie niet perfect was. Na Stalin's dood kwam Altshuller echter weer vrij en werd hij gerehabiliteerd. Doordat hij in Siberië alle tijd had gehad zijn ideeën verder uit te werken, verschenen al spoedig zijn eerste publicaties over de nieuwe methode en bouwde hij een uitgebreid netwerk van TRIZ-experts op.

Voorbeelden van de 40 principes

Segmenteren, verwijderen, plaatselijk eigenschappen aanpassen, asymmetrie, samenvoegen, universeel maken, nesten, tegengewicht, (tegen)maatregel vooraf, omkering, kromming, dynamiek, gebruik andere dimensie, vibratie, periodieke actie, continue actie, hoge snelheid, blessing in disguise, terugkoppeling, intermediair, self-service, kopiëren, goedkope tijdelijke objecten, mechanische vervanging, pneumatiek en hydrauliek, flexibele omhulsels en dunne films, poreuze materialen, kleurveranderingen, homogeniteit, weggooien en terugwinnen, parameterveranderingen, fase-overgangen, thermische uitzetting, sterke oxidanten, inerte atmosfeer, composiet-materialen.

6.2 Root Cause Analysis (RCA+)

Ter voorbereiding op het gebruik van de TRIZ-methode is een Root Cause Analysis van het probleem van rookwolken bij brand uitgevoerd. In onderstaande is deze analyse schematisch weergegeven.



6.3 Deelnemerslijst

Aan de brainstormsessie en uitwerksessie hebben onderstaande personen deelgenomen.

Naam	Organisatie	Sessie 1	Sessie 2
Martijn de Boer	NEM	X	X
Hans Buurman	Gezamenlijke Brandweer	X	X
Sytze Coorens	Brandweer Hollands Midden	X	X
Marjan Heijman	NVBR	X	
Paul Honcoop	NEM	X	
Richard Jansen	Brandweer Amsterdam-Amstelland	X	
Wouter Kaihatu	KLPD	X	
Frank Kroonenberg	KNMI	X	
Tony Lemaire	Efectis NL	X	
Rob Meijer	TNO	X	
Jos Post	NIFV	X	
Addy Posthuma	Ministerie van Defensie	X	
Jack Ruibing	Brandweer Haaglanden	X	X
Nils Rosmuller	TNO Bouw en Ondergrond	X	
Ricardo Weewer	Brandweer Amsterdam-Amstelland	X	X
Gertjan Witteveen	Ministerie van Defensie Bureau Plannen	X	
Leon Aulman	NIFV	X	
Ralf Beerens	NIFV	X	X
Martina Duyvis	NIFV	X	X
Alexander Heijnen	KreaNova	X	X
Valery Souchkov	ICG Training & Consulting	X	

Foto's van de brainstormsessie zijn beschikbaar via deze link: <http://bit.ly/g2E9Ur>