

REPORT SNO 4316-2000

Environmental
Risk Assessment of
Resfoam 1K-M

Main Office

P.O. Box 173, Kjelsås
N-0411 Oslo
Norway
Phone (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Regional Office, Sørlandet

Televeien 1
N-4890 Grimstad
Norway
Phone (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Regional Office, Østlandet

Sandvikaveien 41
N-2312 Ottestad
Norway
Phone (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Regional Office, Vestlandet

Nordnesboder 5
N-5008 Bergen
Norway
Phone (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

N-9005 Tromsø
Norway
Phone (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Title Environmental Risk Assessment of Resfoam 1K-M	Serial No. 4316-2000	Date 13.12.2000
	Report No. Sub-No.	Pages Price 19
Author(s) August Tobiesen Torsten Källqvist	Topic group 37	Distribution
	Geographical area	Printed NIVA

Client(s) RESCON MAPEI AS Ved/ Elisabet Michelsen	Client ref. 1643/00
---	------------------------

Abstract

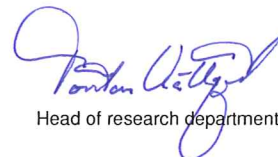
An environmental risk assessment has been performed for the product Rescon Resfoam 1K-M, a semisolid polyurethane foam, using PEC/PNEC approach. This evaluation has not identified any risk to the environment through the professional use of Rescon Resfoam 1K-M. Most of the compounds associated with the product Rescon Resfoam 1K-M are documented to be of low toxicity to aquatic organisms. PNEC (Predicted No Effect Concentration) was established from acute toxicity values applying an assessment factor of 1000. PEC (Predicted Environmental Concentration) was estimated by constructing a worst case scenario based on very conservative postulations. As no risk was identified in this very conservative worst case scenario, it is not necessary to refine the exposure model.

The polyurethane foam produced is an inert compound, which will persist in the environment indefinitely. Care should be taken that any leftover from injection or accidental spills are collected and deposited according to local regulations.

4 keywords, Norwegian	4 keywords, English
1. Tettningmiddel	1. Grouting agent
2. Risikovurdering	2. Risk assessment
3. Toksisitet	3. Toxicity
4. Kjemikalier	4. Chemicals


Project manager

ISBN 82-577-3948-0


Head of research department

Environmental Risk Assessment of Resfoam 1K-M

Miljöriskanlys av Resfoam 1K-M

Preface

In a letter dated 17 August 2000, Rescon Mapei asked NIVA to perform an environmental risk assessment for their product Rescon Resfoam 1K-M and additional accelerant (Rescon Resfoam 1K-M aks). Prior to this, telephone contact in May/June had established the purpose and the data needed to perform said task. The main concern was whether compounds with environmental toxic properties might leach out of the foam. In order to make a realistic assessment data was needed on which compounds were present in the foam in an extractable state. Rescon Mapei ordered a laboratory study of leachable compounds from Hall Analytical Laboratories Ltd on the 3 August 2000. NIVA received this report on 12 September 2000. The present risk assessment is based on this report and on data on the content and properties of chemicals in the product, as found in HMS data sheets.

Oslo, 13.12. 2000

August Tobiesen

Contents

Summary	5
1. Introduction	6
2. Product Information	6
2.1 Leaching study	7
2.2 Practical application	7
3. Risk Assessment	8
3.1 Exposure Scenario	8
3.2 Effect assessment	8
3.3 Environmental risk assessment	9
3.4 Accidental spills	9
4. Conclusion	10
5. Introduktion	11
6. Produktinformation	11
6.1 Läckageundersökning	12
6.2 Praktisk användning av tätningemedel	13
7. Riskanalys	13
7.1 Exponeringsscenario	13
7.2 Effektbedömning	13
7.3 Miljöriskanalys	14
7.4 Spill vid olyckshändelser	15
8. Konklusion	15
Appendix 1	16

Summary

An environmental risk assessment has been performed for the product Rescon Resfoam 1K-M, a semisolid polyurethane foam, using PEC/PNEC approach. This evaluation has not been able to identify any risk to the environment through the professional use of Rescon Resfoam 1K-M. Most of the compounds associated with the product Rescon Resfoam 1K-M are documented to be of low toxicity to aquatic organisms. PNEC (Predicted No Effect Concentration) was established from acute toxicity values applying an assessment factor of 1000. PEC (Predicted Environmental Concentration) was established by constructing a worst case scenario based on very conservative postulations. As no risk was identified in this very conservative worst case scenario, it is not necessary to refine the exposure model.

The polyurethane foam produced is an inert compound, which will persist in the environment indefinitely. Care should be taken that any leftover from injection or accidental spills are collected and deposited according to local regulations.

Sammanfattning

En miljöriskanalys har utförts för produkten Rescon Resfoam 1K-M, ett flexibelt polyuretanskum som används som tätningsmedel. Analysen har utförts genom att jämföra förväntade maximalkoncentrationer i vatten av olika ämnen i produkten med beräknade noll-effektkoncentrationer för vattenlevande organismer (PEC/PNEC-beräkning). Ingen miljörisk i samband med användningen av Rescon Resfoam 1K-M har identifierats. De flesta ämnen som ingår i produkten har dokumenterats som lite giftiga för vattenlevande organismer. PNEC (Predicted No Effect Concentration) beräknades från värden för akut toxicitet med en säkerhetsfaktor på 1000. PEC (Predicted Environmental Concentration) estimerades för ett "worst case" scenario med mycket konservativa förutsättningar. Eftersom ingen risk identifierades med detta mycket konservativa scenario, bedömdes det inte nödvändigt att utveckla exponeringsmodellen vidare.

Polyuretanskum är ett inert material som kommer att bestå mycket lång tid i miljön. Allt restmaterial från injektion eller spill vid användandet måste samlas upp och deponeras i enlighet med lokala bestämmelser.

1. Introduction

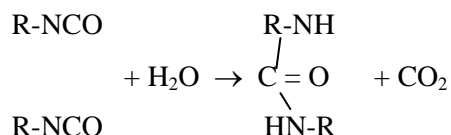
Rescon Resfoam 1K-M is a polyurethane foam injection product, used as a sealant to seal of cracks and fissures causing water leakage's in rock and concrete walls. The product is injected through drilled holes in the area with water leakages and when the product comes in contact with water it begins to foam, expanding up to 10 times, which fills all cracks and fissures, providing a watertight barrier.

As the foamed product is in contact with water, there is a potential concern related to leaching of compounds from the foam into the water causing pollution of either groundwater or surface water, with the results of possible effects on aquatic organisms. The present risk assessment aims to evaluate this risk.

Information presented here concerning the product and its use is gathered from HMS datasheets, product facts sheets and through contact with Elisabet Michelson, Berit Harstad and Bjarne Ruud of Rescon Mapei.

2. Product Information

The sealant comes as a one component product. The formulation and relevant information with regard to all components of the product are presented in Appendix 1. During formulation the polyetherpolyol reacts with the isocyanate. This process will continue until either all polyetherpolyol is reacted or all isocyanate is reacted. As some free isocyanate is needed to produce the final foaming the polyetherpolyol is added in limiting quantities. Therefore the product has no free polyetherpolyol when marketed. The polymerisation and foaming is initiated upon contact with water. The amount of water needed to start the reaction is very low and even exposure to humid air will eventually lead to polymerisation. The reaction between water and isocyanate produces MDA (Methylenedianilin or 4,4-Diaminodiphenylmethane) and CO₂ and can be illustrated like this:



As shown the reaction leads to production of MDA and the CO₂ that causes foaming.

The two main active components of Rescon Resfoam 1K-M is Diphenylmethanediisocyanate (MDI) and 3((dimethylamino)propyl-)imino-1,1-bis2-propanol. The latter compound acts as active catalyst and account for less than 1 % of the product. An active catalyst is a catalyst that becomes chemically a part of the final product. A simplified reaction is shown below



A more rapid reaction is achieved by adding ekstra catalyst in the form of Rescon Resfoam 1K-M Aks.

Compounds with hormone disrupting qualities

Use of sealants in construction works has previously resulted in release of softeners (phthalates). A recent example is Romerikstunellen (Norway) were a sealant with dibutylphthalate was used. Phthalates have raised considerable concern because of their suspected hormone disrupting properties for wildlife. The present product Rescon Resfoam 1K-M does not contain any phthalates, or other known compounds suspected of having hormone disrupting properties.

2.1 Leaching study

Rescon Mapei ordered a study of leachable residues to be performed on the final foamed product. Two samples using regular Rescon Resfoam 1K-M and two samples after addition of 10 % accelerator were tested. The study was performed by Hall Analytical Laboratories Ltd, according to draft guidelines developed by Europur and ISOPA II. Two types of extraction were performed, either with 1 % acetic acid or with pure toluene. In both cases the ratio foam/solvent was 1/5 on weight basis. The extraction period was 1 hour and the foam was squeezed at intervals of 10 minutes. The extraction liquid was filtered before performing chemical analysis. MDA, MDI and Dimethylamin were analysed in the acetic acid solution and Propylene carbonate was analysed in the toluene fraction. All extractions were done in duplicate. The results are shown in Table 1.

Table 1. Amount of residues found in foamed Rescon Resfoam 1K-M foam, after extraction with either an acetic acid solution or toluene.

Sample	MDA	MDI	Dimethylamin	Prop.carb.
	µg/gram foam			
Resfoam 1K-M regular 1	<0.1	<0.1	<0.5	9.8
Rescon 1K-M regular 1	<0.1	<0.1	<0.5	8.1
Rescon 1K-M regular 2	0.3	<0.1	<0.5	12.4
Rescon 1K-M regular 2	0.2	<0.1	<0.5	15.6
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 1	0.4	<0.1	<0.5	17.2
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 1	0.2	<0.1	<0.5	18.1
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 2	<0.1	<0.1	<0.5	10.5
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 2	<0.1	<0.1	<0.5	4.2

MDI and the accelerator dimethylamine were not found in detectable levels in the foam. MDA levels were at or near the detection level, while moderate levels of propylene carbonate were found. Polyetherpolyol was not included in the chemical analysis program as there will not be any free polyetherpolyol as long as there is free MDI, and free MDI is necessary in order to produce foaming. There does not seem to be any difference in the amount of leachable compounds with respect to whether an accelerator or not is used.

2.2 Practical application

Experience is required to deploy the sealant efficiently and safely. Therefore the suppliers recommend that the company, that plan to use the product, to accept the offer of training provided by Rescon Mapei during the initial phase injection. Safe and efficient injection requires evaluation of size of cracks and fissures and amount of water in order to use the best combination of acceleration mixture and injection pressure. Injection into rock typically requires a pressure of 30-40 bar, while injection into concrete requires 5-10 bar. Injection is performed through holes drilled into the rock; these holes may be 2-3 meters deep. A 2-meter plug is inserted into the hole and the injection can start. Drill holes are about 20 cm apart.

3. Risk Assessment

3.1 Exposure Scenario

In a typical scenario for a tunnel one may assume that 500 kg of Rescon Resfoam is used for sealing every 100 m. Using the information from the leaching study described above the quantity of leachable compounds are presented in Table 2.

Table 2. Amount of potential leachable compounds in a tunnel where 500 kg Rescon Resfoam 1K-M has been used for sealing a 100-m length of the tunnel.

Compound	Total amount
MDI	none
polyetherpolyol	none
MDA	150 mg
Propylenecarbonate	7.5 g
Additive A (see text below)	Low
Additive B (as MDI)	none
Additive C	550 g

-Additive A is a polymer and although water soluble it will not be able to diffuse out through the polyurethane matrix to any significant degree, because of the large molecule size.

-Additive B is an isocyanate and will react with water or polyetherpolyol in a similar manner as MDI. Potential leakage from matrix is therefore expected to be as for MDI.

-Additive C is water soluble and does not react with other compounds present in the product, it must therefore be assumed that all of Additive C present may potentially leach out.

Table 2 indicates that there are three compounds, in the product in a form that give a potential for leaching into water.

3.2 Effect assessment

In the section "exposure scenario", three compounds with potential for leaching into water were identified. In environmental risk assessments it is necessary to estimate a concentration for a compound below which there is no cause for concern. This concentration is often denoted as PNEC (Predicted No Effect Concentration). The PNEC is based on measured toxicity towards relevant organisms, which in this case are aquatic organisms. In Table 3 PNEC's are established for the three compounds with potential for leaching. The toxicity values are taken from Appendix 1.

Table 3. Estimated PNEC values based on an assessment factor of 1000 applied to the test result giving the lowest acute toxicity value.

Compound	Lowest LC50 or EC50 mg/l	PNEC $\mu\text{g/l}$
MDA	2.3	2.3
Propylenecarbonate	900 (NOEC)	9000
Additive C	161	161

From appendix 1 one should also consider that both MDA and Additive C are biodegraded slowly while propylenecarbonate is readily biodegradable.

3.3 Environmental risk assessment

An environmental risk is realised when the exposure concentration in the environments is greater or equal to the PNEC. As there are no measurements of environmental concentration of MDA, Propylenecarbonate or Additive C in association with the use of Rescon Resfoam 1K-M, the exposure concentration may be estimated theoretically assuming realistic worst case assumptions. Rescon Resfoam 1K-M has two applications, as sealant either in rock or in concrete. As application in rock requires greater quantities and the exposure to water is more common, it is chosen as worst case. However with respect to leaching, it is difficult to envisage what constitutes realistic worst case, therefore a conceivable worst case is used instead.

Conceivable worst case scenario:

All leachable compounds are released immediately into a volume of water 5 times the weight of the foam. This constitutes the same ratio as was used in the leaching study presented above. The resulting PEC (Predicted Environmental Concentrations) and environmental risk, as given by comparing the PEC with PNEC are presented in Table 4. A PEC/PNEC >1 will then signify a potential risk to aquatic organisms while a PEC/PNEC <1 will indicate no concern.

From Table 4 we see that there are no PEC/PNEC >1. Therefore it may be concluded that there is no environmental concern with respect to use of Rescon Resfoam 1K-M as a sealant in tunnels driven into rock. The used scenario is clearly unrealistic in several aspects. The foam is normally enclosed in rock leaving only a very small fraction of the surface of the foam accessible to water. There is no water or very little water in the foam and therefore migration of water soluble compounds in the foam out into surrounding water would only occur where the polyurethane matrix is broken, letting water in and allowing for water exchange.

Table 4. Environmental risk assessment using estimated PEC and PNEC with respect to use of Rescon Resfoam as a sealant in rock.

Compound	PNEC µg/l	PEC µg/l	PEC/PNEC
MDA	2.3	0.06	0.026
Propylenecarbonate	9000	3	0.00033
Additive C	161	220	0.73

As no environmental risk is related to the use as sealant in rock also the same conclusion applies to the use in concrete.

3.4 Accidental spills

Accidents are usually not covered in environmental risks assessments, however if they occur with some frequency during normal use, they should be considered. Injection is performed through pluggs at relative high pressure (30-40 bar). The plugg may become dislodged with the result that the product is ejected freely. A maximum of 10 l of product is envisioned in such a spill as injection is always supervised and the person in attendense will then immediatly turn of the pumps. Upon free release the compound will upon contact with humid surfaces start foaming. The foam will stick to humid/wet surfaces, but can easily be broken off and deposited as waste. If the spill occurs directly to water solid foam particles will immediatly develop, their size will depend on amount of spill and the speed of the water current. All the particles will be found on the water surface and is therefore easily collected, by a net downstream.

4. Conclusion

This evaluation has not identified any risk to the environment through the professional use of Rescon Resfoam 1K-M, a semisolid polyurethane foam. Most of the compounds associated with the product Rescon Resfoam 1K-M are documented to be of low toxicity to aquatic organisms. A theoretical environmental risk assessment has been performed using PEC/PNEC approach. PNEC (Predicted No Effect Concentration) was estimated from acute toxicity values applying an assessment factor of 1000. PEC (Predicted Environmental Concentration) was established by constructing a worst case scenario based on very conservative postulations. As no risk was identified in this very conservative worst case scenario, it is not necessary to refine the exposure model.

The polyurethane foam produced is an inert compound which will persist in the environment indefinitely. Care should be taken that any leftover from injection or accidental spills are collected and deposited according to local regulations.

5. Introduktion

I ett brev daterat 17 augusti 2000 ber Rescon Mapei NIVA om att genomföra en miljöriskanalys av deras produkt Rescon Resfoam 1K-M och tilläggsacceleranten Rescon Resfoam 1K-M aks). Analysens mål och databehovet för att utföra den hade fastlagts vid tidigare telefonkontakt i maj-juni. Det viktigaste förhållandet var om substanser med miljöskadliga egenskaper kunde läcka från skummet. För att kunna göra en realistisk analys var det behov för information om vilka kemikalier som kan extraheras från skummet. Rescon Mapei beställde en laboratorieundersökning av kemikalier som läcka från Resfoam 1K-M hos Hall Analytical Laboratories Ltd. den 3 augusti 2000. NIVA mottog en rapport av undersökningen 12 september 2000.

Rescon Resfoam 1K-M är ett injiserbart polyuretanskumprodukt som används som tätningsmassa för att täta sprickor som medför vattenläckor i berg och betongväggar. Produkten injiceras genom borrade hål i området där läckage förekommer och när produkten kommer i kontakt med vatten börjar det skumma. Därvid expanderar det upp till 10 gånger och fyller alla sprickor och bildar en vattentät barriär.

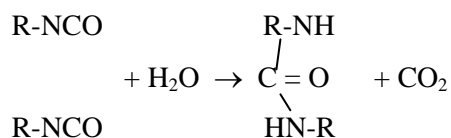
När det härdade skummet är i kontakt med vatten kan eventuellt kemikalier från skummet läcka till vatten och medföra förorening av antingen grundvatten eller ytvatten, med risk för skadeverkan på vattenlevande organismer. Den föreliggande riskanalysen syftar till att bedöma denna risk.

Informationen om produkten som presenteras i rapporten härrör från HMS-datablad, faktablad om produkten och från kontak med Elisabeth Michelson, Bertil Harstad och Bjarne Ruud från Rescon Mapei.

6. Produktinformation

Tätningsmassan är en en-komponentprodukt. Formuleringen och relevant information om alla komponenter i produkten presenteras i Bilaga 1. Vid formuleringen reagerar polyeterpolyol med isocyanat. Denna processen fortsätter till antingen all polyeterpolyol eller all isocyanat har reagerat. Eftersom fri isocyanat behövs för att åstadkomma den slutliga skumbildningen har polyeterpolyol tillsatts i underskott. Produkten innehåller därför ingen fri polyeterpolyol när den marknadsförs.

Polymeriseringen och skumbildningen initieras vid kontakt med vatten. Mängden vatten som behövs för att starta reaktionen är mycket låg och även exponering till fuktig luft för slutligen till polymerisering. Reaktionen mellan vatten och isocyanat producerar MDA (Metylendianilin eller 4,4-diaminodifenylmetan) och CO₂ och kan illustreras som:



Det framgår av illustrationen att reaktionen medför produktion av CO₂ som gör att materialet bildar ett skum.

De två aktiva komponenterna i Rescon Resfoam 1K-M är difenylmetandiisocyanat (MDI) och 3((dimetylamino)propyl)-imino-1,1,-bis(2-propanol). Det senare fungerar som aktiv katalysator och ut-

gör mindre än 1% av produkten. En aktiv katalysator är en katalysator som blir en kemisk del av den slutliga produkten. En förenklad reaktionsformel visas under.



En snabbare reaktion uppnås genom att tillsätta en extra katalysator; Rescon Resfoam 1K-M Aks.

Substanser med hormonstörande egenskaper

Användning av tätningemedel vid anläggningsarbeten har tidigare medfört utsläpp av mjukgörare (ftalater). Ett exempel är Romerikstunneln i Norge där ett tätningemedel innehållande dibutylftalat användes. Ftalater har fått stor uppmärksamhet på grund av misstanken om hormonstörande effekter på organismer. Produkten Rescom Resfoam 1K-M innehåller inte ftalater eller andra kända ämnen som misstänks ha hormonstörande egenskaper.

6.1 Läckageundersökning

Rescon Mapei beställde en undersökning av utläkningsbara restkemikalier i den slutliga skumprodukten. Undersökningen omfattade två prov av vanlig Rescon Resfoam 1K-M och två prov av skum med tillsättning av 10% accelerator. Undersökningen utfördes av Hall Analytical Laboratories Ltd enligt preliminära guidelines från Europur och ISOPA II. Extraktionen utfördes dels med 1% ättiksyra och dels med ren toluen. I båda fallen var förhållandet skum/lösningemedel 1/5 på viktbas. Extraktionstiden var 1 timma och skummet pressades samman var tionde minut. Extraktionsväskan filtrerades innan den analyserades kemiskt. MDA, MDI och dimetylamen analyserades i ättiksyrelösningen och propylenkarbonat i toluenfraktionen. Alla extraktioner gjordes i dublikat. Resultaterna redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Restmängder av kemikalier i extrakt av Rescon Resfoam 1K-M skum i ättiksyralösning och toluen

Sample	MDA	MDI	Dimetylamen	Prop.carb.
	µg/gram skum			
Resfoam 1K-M regular 1	<0.1	<0.1	<0.5	9.8
Rescon 1K-M regular 1	<0.1	<0.1	<0.5	8.1
Rescon 1K-M regular 2	0.3	<0.1	<0.5	12.4
Rescon 1K-M regular 2	0.2	<0.1	<0.5	15.6
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 1	0.4	<0.1	<0.5	17.2
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 1	0.2	<0.1	<0.5	18.1
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 2	<0.1	<0.1	<0.5	10.5
Rescon 1K-M regular +10 % Accelerator 2	<0.1	<0.1	<0.5	4.2

MDI och acceleratoren dimetylamen påvisades inte i extrakten. Koncentrationen av MDA var nära påvisningsgränsen (0.1 µg/g skum) medan propylenkarbonat påvisades i moderata mängder. Polyeterpolyol ingick inte i analysprogrammet eftersom polyeterpolyol inte kan finnas i produkten så länge det finns fri MDI, och fri MDI är nödvändigt för skumbildningen. Det verkar inte vara någon skillnad i mängden läckbara ämnen mellan skum med och utan accelerator.

6.2 Praktisk användning av tätningsmedel

Säker och effektiv användning av tätningsmedlet fordrar erfarenhet. Leverantören rekommenderar därför att det bolag som planlägger att använda produktet accepterar erbjudandet om uppläring som ombesörjs av Rescon Mapei under injektionens startfas. Säker och effektiv injektion fordrar bedömning av sprickornas storlek och mängden vatten för att bestämma optimal kombination av accelerationsblandning och injektionstryck. Vid injektion i berg fordras normalt ett tryck på 30-40 bar medan man vid injektion i betong använder 5-10 bar. Injektionen föregår genom hål som borrar in i berget. Hålen kan vara 2-3 meter djupa. En plugg på 2 meter sätts in i hålet och injektionen kan börja. Avståndet mellan borrhålen är ca. 20 cm.

7. Riskanalys

7.1 Exponeringsscenario

I ett typiskt scenario för en tunnel kan man anta att 500 kg Rescon Resfoam används för tätning av 100 m tunnel. Mängden läckningsbara ämnen kan beräknas med utgångspunkt från informationen i läckageundersökningen och presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Mängden potentiellt utläckningsbara ämnen i en tunnel där 500 kg Rescon Resfoam 1K-M har användts för att täta 100 m längd av tunneln.

Ämne	Total mängd
MDI	none
polyetherpolyol	none
MDA	150 mg
Propylenecarbonate	7.5 g
Additiv A (see text below)	low
Additiv B (as MDI)	none
Additiv C	550 g

Additiv A är en polymer och fastän den är vattenlöslig kan den inte diffundera ut från polyuretanmassan i betydliga mängder på grund av molekylstorleken.

Additiv B är en isocyanat och reagerar med vatten eller polyeterpolyol på samma sätt som MDI. Läckagen från skummet antas därför vara som för MDI.

Additiv C är vattenlöslig och reagerar inte med de andra ämnena i produkten. Det antas därför att denna kan läcka ut.

7.2 Effektbedömning

Under avsnittet Exponeringsscenario identifierades tre ämnen som kan väntas läcka till vatten, och för vilka det är behov att utföra en effektbedömning. Vid en miljöriskanalys är det nödvändigt att estimeras den koncentration av ett ämne under vilken ingen miljöeffekt i form av giftverkan kan förväntas. Denna koncentration benämns ofta PNEC (Predicted No Effect Concentration). PNEC beräknas från observerad toxicitet hos relevanta organismer, vilka i detta fallet är vattenlevande organismer.

I tabell 3 redovisas uppmätta effektkoncentrationer i toxicitetstester (LC_{50} eller EC_{50} -värden¹) och de därur härledda PNEC-koncentrationerna. (Estimeringarna har gjorts enligt rekommendationer för riskvärdering av kemikalier i EU).

Tabell 3. Estimerade PNEC-koncentrationer baserade på tillgänglig information om akut toxicitet på vattenlevande organismer. Applikationsfaktorn 1000 har används på det testresultat som visar högst toxicitet (dvs. lägst EC_{50} eller LC_{50}).

Ämne	Lägsta LC_{50} eller EC_{50} mg/l	PNEC μ g/l
MDA	2.3	2.3
Propylenecarbonate	900 (NOEC)	9000
Additive C	161	161

Från informationen i bilaga I bör man också lägga märke till att både MDA och Additive C är långsamt biologiskt nedbrytbara, medan propylenkarbonat är lätt nedbrytbart.

7.3 Miljöriskanalys

En miljörisk föreligger när exponeringskoncentrationen i miljön, PEC (Predicted Environmental Concentration) är högre eller lik PNEC. Eftersom inga mätningar av miljökoncentrationer av MDA, propylenkarbonat eller Additiv C har utförts i samband med användning av Rescon Resfoam 1K-M, måste exponeringskoncentrationer estimeras teoretiskt utifrån "worst case" förutsättningar. Rescon Resfoam 1K-M har två användningsområden; som tätningsmedel i berg eller betong. Eftersom användning i berg kräver de största mängderna av tätningsmedel och samtidigt ofta medför störst kontakt med vatten bör detta användningsområde utgöra "worst case". Med tanke på läckage är det emellertid svårt att föreställa sig vad som är en realistisk "worst case"-situation. Därför har följande tänkbara scenario valts för riskanalysen:

Alla läckbara ämnen avgår omedelbart till en vattenmängd som är 5 gånger större än vikten av skummet. Detta är samma förhållande som användes vid läckageundersökningen som har beskrivits tidigare. De exponeringskoncentrationer (PEC) som då uppstår, samt den miljörisk de representerar (PEC/PNEC) presenteras i tabell 4. I de fall PEC/PNEC är större än 1 föreligger risk för effekter på vattenlevande organismer, medan $PEC/PNEC < 1$ antas inte medföra effekter.

Av tabell 4 framgår att $PEC/PNEC < 1$ för de tre ämnen som bedömts. Riskanalysen visar alltså att användningen av Rescon Resfoam 1K-M som tätningsmedel i tunnlar i berg inte kan väntas medföra miljöskador. Det använda scenariet är orealistiskt i flera avseenden. Vid normal användning blir skummet inneslutet i berget med bara en mycket begränsad kontaktyta mot vatten. I själva skummet finns inget eller mycket lite vatten. Diffusion av vattenlösliga komponenter i skummet ut till omkringliggande vatten kan därför bara ske om polyuretanmassan bryts upp så att vatten kan tränga in.

¹ LC_{50} : den koncentration i en toxicitetstest som orsakar dödlighet av 50% av försöksorganismerna.
 EC_{50} : den koncentration som ger 50% effekt (exempelvis hämning av växt) i förhållande till en kontroll i en toxicitetstest.

Tabell 4. Miljöriskanalys baserad på beräknade PEC- och PNEC-värden för användning av Rescon Resfoam 1K-M som tätningsmedel i berg.

Ämne	PNEC µg/l	PEC µg/l	PEC/PNEC
MDA	2.3	0.06	0.026
Propylenecarbonate	9000	3	0.00033
Additive C	161	220	0.73

Eftersom ingen miljörisk har identifierats vid användning av produkten som tätningsmedel i berg gäller denna konklusion också för användning i betong, som väntas medföra mindre potential för läckage till vatten.

7.4 Spill vid olyckshändelser

Olyckshändelser inkluderas vanligtvis inte i miljöriskanalyser, men bör också tas hänsyn till om de väntas inträffa med viss frekvens vid vanlig användning. Injektion skjer genom pluggar vid relativt högt tryck (30-40 bar). Pluggen kan komma ur position med resultatet att tätningsmedlet sprutar ut fritt. Maximalt beräknas 10 kg tätningsmedel bli frigjort vid en sådan episod eftersom injektionen alltid övervakas och pumpen kan stängas av omedelbart av den person som övervakar injektionen. Om produkten injiseras fritt kommer den att börja bilda skum så snart den kommer i kontakt med vatten. Skummet häftar vid fuktiga eller våta ytor, men kan lätt brytas loss och deponeras som avfall. Om utsläppet sker direkt till vatten bildas skumpartiklar genast och storleken av dessa beror på mängden tätningsmass och vattnets strömningshastighet. Alla partiklar hamnar på vattenytan och kan lätt samlas in med ett nät nedströms utsläppsplatsen.

8. Konklusion

Denna analys har inte gett för handen någon miljörisk i samband med professionell användning av Rescon Resfoam 1K-M, ett halvfast polyuretanskum. De flesta ämnen som ingår i produkten har dokumenterats som lite toxiska för vattelevande organismer. En teoretisk miljöriskanalys har utförts genom att jämföra förväntad maximal koncentration som kan uppstå vid läckage av ämnen från skummet (PEC) med den koncentration som inte antas medföra gifteffekter på vattenlevande organismer (PNEC). PEC (Predicted Environmental Concentration) estimerades för ett tänkt "worst case" scenario med mycket konservativa förutsättningar. PNEC (Predicted No Effect Concentration) beräknades som 1000 gånger lägre än den lägsta dokumenterade 50%-effektkoncentrationen vid akut-tester. När detta mycket konservativa "worst case" scenario inte indikerade någon miljörisk, bedöms det inte vara behov för att raffinera exponeringsmodellen.

Polyuretanskum är ett inert material som kommer att bestå i mycket lång tid i miljön. Allt restmaterial från injektion eller spill vid användandet måste samlas upp och deponeras i enlighet med lokala bestämmelser.

Appendix 1

According to HMS data sheet for Rescon Resfoam 1K-M (except for additive A-C which is classified information)

Chemical name	Cas No.	Amount in product
Diphenylmethanediisocyanate Isomers and homologs	9016-87-9	30-60 %
Propylenecarbonate	108-32-7	10-30%
Polyetherpolyol	9082-00-2	10-30 %
Dimethylaminopropyl-dipropanolamine	63469-23-8	<1 %
Additive A		<5 %
Additive B		<1 %
Additive C		<1 %

According to HMS data sheet for Rescon Resfoam 1K-M Aks:

Chemical name	Cas No.	Amount in product
Propylenecarbonate	108-32-7	60-100 %
Dimethylaminopropyl-dipropanolamine	63469-23-8	10-30 %

Environmental information related to the chemicals in the two products. Information is taken from HMS data sheets:

Property	Result	Unit
Chemical name	Diphenylmethanediisocyanate Isomers and homologs (MDI) Technical spesification indicate no free cyanid and cyanid is not used in the manufacture of MDI	
Acute tox. Fish LC ₅₀	> 1	g/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	No info	
Acute tox. Daphnia magna EC50	>1	g/l
E. coli growth inhibition EC ₅₀	>0.1	g/l
Biodegradation	MDI reacts with water resulting in inert MDA (Diaminedipheylmethane)	
Water solubility	Reacts with water producing MDA which is not soluble in water	
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	0.00001	hPa
Other information	A reference is made to a mesocosm study. Here no effects were observed at any thropic level. No measurable concentrations of MDI or MDA were found in organisms.	

Property	Result	Unit
Chemical name	Propylenekarbonate	
Acute tox. Fish LC ₅₀	>1	g/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	>0.9, NOEC=0.9	g/l
Acute tox. Daphnia magna EC ₅₀	>1	g/l
E. coli growth inhibition EC ₅₀		g/l
Biodegradation	Readily biodegradable	
Water solubility	Water soluble	
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	No info	hPa
Other information	none	

Property	Result	Unit
Chemical name	Polyetherpolyol	
Acute tox. Fish LC ₅₀	10-100	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	>1000	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC ₅₀	100-1000	mg/l
Sewage biodeg inhibition	>100	mg/l
Biodegradation	No biodegradation in a 28 d test	
Water solubility	Not soluble ?(140 in NSDB)	g/l
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	241	hPa
Other information	Degrades rapidly upon exposure to UV-light and oxygen.	

Property	Result	Unit
Chemical name	3((dimethylamino)propyl-)imino-1,1-bis2-propanol	
Acute tox. Fish LC ₅₀	None	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	None	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC ₅₀	None	mg/l
Biodegradation	None	
Water solubility	Water soluble	
Vapour pressure	1000	hPa
Other information	According to Nitroil in Germany, the compound will completely react with isocyanate, becoming a part of the matrix. Practical tests performed show no free amine.	

Property	Result	Unit
Chemical name	Additive A	
Acute tox. Fish LC ₅₀	None	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	None	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC50	None	mg/l
Sewage biodeg inhibition		mg/l
Biodegradation		
Water solubility	Water soluble	
Vapour pressure		hPa
Other information	Health assessment indicate low toxicity when swallowed. This would indicate low physiological toxicity in aquatic organisms. Probably the compound is too large (MW>600) to be adsorbed. However polymers may cause obstruction of gills and feeding organs.	

Property	Result	Unit
Chemical name	Additiv B	
Acute tox. Fish LC ₅₀	597	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	None	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC50	None	mg/l
Sewage biodeg inhibition	2511	mg/l
Biodegradation	NSDB QSAR indicate good potential for biodegradation	
Water solubility	862	mg/l
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	0,01	hPa
Other information		

Property	Result	Unit
Chemical name	Additiv C	
Acute tox. Fish LC ₅₀	592	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀		mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC50	161	mg/l
Sewage biodeg inhibition		mg/l
Biodegradation	NSDB QSAR indicate inherent biodegradable	
Water solubility	7297	mg/l
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	57100	hPa
Other information		

The following compounds are thought to be degradation productions or reactions products:

Property	Result	Unit
Chemical name	4,4-diaminodiphenylmethane	
Acute tox. Fish LC ₅₀	65 and 32	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	21	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC50	2,3	mg/l
Sewage biodeg inhibition		mg/l
Biodegradation	Inherent biodegradable (IUCLID)	
Water solubility	1000-2000	mg/l
Bioaccumulation	1,46	Log P
Vapour pressure		hPa
Other information		

Property	Result	Unit
Chemical name	urea	
Acute tox. Fish LC ₅₀	5 and higher	mg/l
Algal growth inhibition EC ₅₀	0,14 and 2683	mg/l
Acute tox. Daphnia magna EC50	1000	mg/l
Sewage biodeg inhibition		mg/l
Biodegradation	Readily biodegradable	
Water solubility	800	g/l
Bioaccumulation	<1	Log P
Vapour pressure	30700	hPa
Other information	Natural compound	