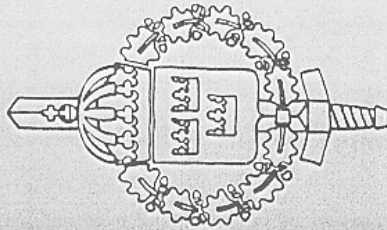


**SWEDISH DEFENCE  
MATERIEL ADMINISTRATION**



**DEPLOYABLE  
OPTICAL FIBRE CABLE  
ASSEMBLY**

**FIKA**

**SPECIFICATION FOR  
TENDERING**

FMV:MET 242/87

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Sjeflan Farnell  
Teletax +46 8 7830619

**SPECIFICATION FOR TENDERING**

Date 1990-06-25 FMV:MET 242/87  
OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

Table of contents

1.	GENERAL	3
1.1	Introduction	3
1.2	Nomenclature	3
1.3	References	3
2.	SYSTEM DESCRIPTION	5
2.1	Equipment definition	5
3.	MAIN FUNCTIONS	6
3.1	Optical fibre characteristics of FIKA	6
3.2	Number of fibres	8
3.3	FIKA mechanical characteristics	8
3.4	Weight	9
3.5	Loopconnector	9
3.6	Test procedures, main functions	9
4.	PACKING AND MARKING	11
4.1	Packing	11
4.2	Marking	11
5.	ENVIRONMENT	13
5.1	General	13
5.2	Climatic conditions	14
5.3	Mechanical environmental resistance	16
5.4	Nuclear environmental resistance	18
5.5	TEST PROCEDURES, ENVIRONMENTAL RESISTANCE	18
6.	MAINTENANCE	23
6.1	General	23
6.2	Conditions	23
6.3	Emergency repair	25
6.4	Spare parts	25
6.5	Maintenance equipment	26
6.6	The Contractor's responsibility	26
6.7	Repair service	26
7.	DOCUMENTATION	27
7.1	General	27
7.2	Documents	28

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

**SPECIFICATION FOR TENDERING**

Date FMV:MET 242/87  
1990-06-25 OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

**SPECIFICATION FOR TENDERING**

Date FMV:MET 242/87  
1990-06-25 OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

8.	TRAINING	29
8.1	General	29
8.2	Training documents	29
8.3	Technical course	29
9.	QUALITY ASSURANCE	30
9.1	General	30
9.2	Tenders general quality assurance	30
9.3	Tenders item-related quality assurance	30
9.4	Acceptance test	31
9.5	Delivery	32
10.	PROJECT MANAGEMENT AND SYSTEM CO-ORDINATION	34
10.1	General	34
10.2	Project manager	34
10.3	Progress meetings	34
10.4	Progress reports	34
10.5	Informal meetings	35
10.6	Quality assurance personnel	35
10.7	Time planning	36

1.	GENERAL
1.1	Introduction This specification applies to an ruggedized optical fibre cable assembly for field use. To be used by the Swedish defence.
1.2	Nomenclature The Swedish Defence Materiel Administration is hereafter referred to as the FMV and the successful Tenderer as the Contractor. The Optical Fibre Cable Assembly is hereafter called FIKA. sometimes the word FIKA is followed by the cable length in meters. e.g. FIKA 500. Mandatory requirements in this specification are expressed with "shall", "must" or explanatory text. Preferred requirements of the equipment, tender, etc. are expressed by "should" or explanatory text. The expression "to be stated" shall be read as "to be stated by the Tenderer in the tender." The test procedures referred to as TP's.
1.3	References Listed references are valid only in those parts where direct reference is made in the various sections of this specification. 1. Fibre optics test methods and instrumentation, DOD-STD-1678, 30 November 1977. 2. Basic environmental testing procedures, IEC recommendations, Publication 68-2, 1968-78. 3. Characteristics of 50/125 m graded index optical fibre cables, CCITT Recommendation G 651. 4. MIL-STD 810C 5. EIA RS 455

APPENDIX  
1. Description of cable reel.

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING  
Date 1990-06-25  
FMV:MET 242/87  
OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING  
Date 1990-06-25  
FMV:MET 242/87  
OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

2. SYSTEM DESCRIPTION
- 2.1 Equipment definition
- FIKA consists of a ruggedized two fibre optical cable with installed hermaphroditic connectors.
- FIKA is to be used at field conditions by the Swedish defense. FIKA must be of a flexible type, i.e. from a cable reel the cable must be able to be laid out and retrieved many times. FIKA must be able to transmit two-way digital information at bitrates from 512 kbit/s to 34 Mbit/s. The opto system in which FIKA will be used has an operating length within 500 meters to twelve kilometers.
- Use of the FIKA must be possible during all seasons of the year and in all parts of Sweden. During short periods of time FIKA may be immersed in water of some depth. After use FIKA must be able to be collected and stored during considerable periods of time and thereafter be used again.
- FIKA, containing two optical fibres must be assembled to a nonmetallic cable for protection of the fibres from the physical and chemical environment to which the cable will be exposed.
- The tenderer is free to chose type of connector.
- FMV will supply the cabel reels for the FIKA, described in appendix 1.
3. MAIN FUNCTIONS
- 3.1 Optical fibre characteristics of FIKA
- 3.1.1 Fibre diameter
- The fibre must have a core diameter of 50 um and a total diameter (reference surface) of 125 um. The fibre dimensions and tolerances must be in accordance to CCITT Rec G651.
- 3.1.2 Numerical aperture
- The numerical aperture (99%) of the fibre must be > 0.20. And the numerical aperture of the fibre must be less than the numerical aperture of the connector (if lens connectors are used). I.e. NA fiber < NA connector.
- 3.1.3 Fibre attenuation
- The fibre, after cabling, shall have an attenuation less then:
- 3.5 dB/km at 850 nm
  - 1.0 dB/km at 1300 nm
- at room temperature (+20° C).
- Graphs showing typical values of the attenuation as a function of wavelength must be presented in the tender within the intervals of 800 - 1600 nm.
- Fibre attenuation must comply with and must be measured according to CCITT Rec G651. The chosen measurement method must be specified by the tenderer.

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING  
FMV-MET 242/87  
Date  
1990-06-25 OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING  
FMV-MET 242/87  
Date  
1990-06-25 OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

3.1.7 Concatenation factor  
The total bandwidth of x FIKA are calculated in accordance with the following formula:

$$B_{\text{tot}} = \left[ \sum_{i=1}^N (L_i B_i) - 1/\beta \right] \beta$$

where  
N are the number of FIKAs in the transmission line.  
B<sub>i</sub> are the baseband response stated in section 3.1.6  
L<sub>i</sub> are the length of each FIKA.  
β are the concatenation factor from FIKA x-1 to x.  
The tenderer must estimate this concatenation factor β.

3.2 Number of fibres  
The cable must contain two fibres. The fibres must be color-coded for easy identification.

3.3 FIKA mechanical characteristics

3.3.1 Cable diameter  
The cable must be nonmetallic and have a circular cross-section. It must have a diameter of 5.5mm + 0,2 mm/- 1mm.

3.3.2 Damage  
After being exposed to the test procedures described in this specification FIKA must not show any significant damage or changes. The cable must be inspected by 10X magnification. The cable must not show fractures, cracks, or other surface defects. Even if the cable must not show any damages some slight deformation, that do not influence the cable performance is allowed.  
The connectors with possible strain reliever must not show any damage.

3.1.4 FIKA total attenuation  
FIKA must be optimized for 1300nm.

If one FIKA is connected to a chain of FIKAs the increase of attenuation, at the worst possible case according to the spec, must not exceed:

FIKA:           500m   2000m  
Attenuation:   2.6dB   4.4dB

according to TP A, section 3.6 at 1300nm. Corresponding values for 850 nm should be given by the tenderer. The mean value of the attenuation over a large quantity of FIKAs should be given by tenderer.

Values of the attenuation at roomtemperature (+20° C) with the cable on the reel, measured according to TP A, must be given for each cable at the time of delivery.

3.1.5 Wavelength dispersion  
The wavelength dispersion of the fibre as a function of wavelength must have a zero crossing within the interval 1250 to 1350 nm (this requirement is included so that wavelength dispersion does not exclude the possibility of transmitting 34 Mbit/s up to at least 12 km when using a light-emitting diode operating at 1300nm).

3.1.6 Baseband response / bandwidth  
The fibre must have an amplitude baseband response G(ω) (-3 dB optical) which, when measured over 1 kilometer must be:

G(ω) > 1000 MHz x km at = 1300 nm  
Corresponding value for 850 nm should be given by the tenderer.

The fibre baseband response must comply with CCITT Rec G651. The chosen measurement method must be specified by the tenderer.

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING

FMV-MET 242/87  
Date 1990-06-25 OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING

Date 1990-06-25 FMV:MET 242/87  
OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

4. PACKING AND MARKING

4.1 Packing

The cable must be delivered on a cable reel.  
The cable reel will be furnished by FMV, see appendix 1.

4.1.1 Inner packing

To protect the cable on the reel at least one layer corrugated cardboard and one layer hard board must be wrapped around the cable. On FIKA 500 one layer board must be wrapped around the cable.

4.1.2 Outer packing

FIKA 500 must be packed in wooden boxes. Each box should contain 5 reels with cable. Each reel must be well fixed. The wooden box must be well nailed and banded with enameled steel bands. FIKA 1000, FIKA 1500 and FIKA 2000 must be delivered on pallets. The reels must be well fixed with enameled steel bands.

4.2 Marking

4.2.1 Cable ends

Each cable end must have two marking sleeves.  
One must be marked e.g FIKA 500 and a number MXXXX-XXXXXX which will be given by FMV.  
The other must be marked with manufacturing year and company e.g. ABC 90

4.2.2 Inner packing

The inner packing must be marked as follows.  
MXXXX-XXXXXX FIKA 2000  
Klass A MOB FÖRPACKNING  
Får ej öppnas före användning

Lagras under tak

(Name of manufacturer) (Manufacturing year) (Weight in kg)

"MOB FÖRPACKNING" must be red letters and the rest black.

4.2.3 Outer packing

The outer packing of wooden boxes must be marked on the long side as follows.

5 st MXXXX-XXXXXX FIKA 500/1300

Klass A MOB FÖRPACKNING

Får ej öppnas före användning

Lagras under tak

(Name of manufacturer) (Manufacturing Year) (Weight in kg)

The marking should be made to pattern. Letterheight for the two first lines should be 30 mm.

Following lines should be 25 mm. "MOB FÖRPACKNING" must be in red letters and the rest black.

DEFENCE MATERIEL ADMINISTRATION  
TELECOMMUNICATIONS DIVISION  
S-115 88 STOCKHOLM, SWEDEN  
Stefan Farnell  
Telefax +46 8 7830619

SPECIFICATION FOR TENDERING

Date 1990-06-25 FMV-MET 242/87  
OPTICAL FIBRE CABLE ASSEMBLY

5. ENVIRONMENT

5.1 General

The FIKA must function in any part of Sweden during all seasons of the year. Since the cable is intended to be used by mobile troops and is intended for quick deployment during severe conditions, the cable will be exposed to hard environmental influence.

5.1.1 Different environmental conditions

FIKA can be exposed to four different environmental conditions of varying extent. These four conditions are:

- Operating
- Transportation
- Storage
- Maintenance

5.1.2 Environmental conditions during operation

As the FIKA is intended for use in mobile tactical applications, FIKA will be laid out and retrieved during severe conditions. Furthermore, during operation FIKA will be lying directly on the ground and perhaps in water of minor depth, such as swamps and small water collections. To some extent, FIKA will be used on roads or other places where vehicles pass. FIKA will also be hung in trees or on poles. During certain times of the year there is a risk of ice formation on the cable.

5.1.3 Environmental conditions during transport

FIKA will be transported on cross-country trucks, covered or open, or transport carts or airfreighters together with other transmission materiel. FIKA will be exposed to shaking, vibrations, and dropping. The temperature and humidity vary with the surroundings.

## Utdrag ur reserapport från Curt Larsson och Stefan Karlsson studieresa till USA 1987.

FOA Fiber Optics

Sid: 5(28)

### 2. KONFERENS

Vi deltog i den första militära fiberoptikkonferensen, MFOC '87 (Military Fiber Optic Conference '87), som avhölls i Washington, D.C. Före konferensens början deltog vi även i en kurs om radiakeffekter på optoelektronik och fiberoptik, vilket gav värdefulla kunskaper om vad det är som händer och hur man kan skydda både optronikkomponenter och optofiber mot radiak. Vi fick även bekräftat att det är fosfordopning i fiber som ger hög känslighet i samband med radioaktiv bestrålning (vi ha tidigare påpekat att fosfor är en bidragande orsak till känsligheten för vatten och vätgas hos en optofiber). Tyvärr används fosfor ofta som dopämne i multimodfiber p.g.a kostnadsskäl, men för s k radiakhärdad fiber måste man använda andra dopämnen såsom enbart germanium och kvarts. Stepindex fiber antingen multimod eller singelmod kan göras härdiga genom att använda ren kvarts i kärnan vilket lyckligtvis börjar bli vanligare för åtminstone singelmodfibrer. Ett annat intressant resultat är att man vid uppmätning av transmissionsdefekterna p.g.a gammastrålning upptäckt effekten av s k fotoblekning, vilket kan liknas med en sorts läkningsprocess. Vad som händer är kort uttryckt att om ljus sänds genom fibern samtidigt med gammabestrålning blir strålskadorna i form av ökad dämpning mindre än om inget ljus sänts. Detta kan vara en av förklaringarna till att man under årens lopp fått så skilda resultat vid olika forskningsinstitut. Tanken väcks att man genom att helt enkelt alltid sända en optisk DC-komponent kan höja radiaktåligheten avsevärt. Detta är något som bör vara av intresse för de system där man redan installerat fiberkabel. Vi anser oss beredda att kunna tackla detta problem.

Beträffande radiakpåverkan på ljuskällor och framför allt detektorer är en lösning att använda III-V-baserade halvledare såsom GaAs och InP och i möjligaste mån undvika kisel-detektorer.

De flesta konferensbidragen kom från olika företag i USA. Tyvärr drogs en del av de rent militära bidragen in. Så var fallet med speciellt US Army's bidrag och i en del av de övriga hade man censurerat i sista minuten (överstrykningar och bortklippta partier på OH-bilder). Detta visar tydligt att optofibertekniken inte längre endast är ett rent forskningsområde utan väl etablerad inom den militära tekniken i USA. Av en

representant från Pentagon fick vi exempelvis veta att man nu inte längre måste motivera varför man skulle vilja välja optofiber utan istället varför man inte skulle välja denna teknik. Något att tänka på för svenska förhållanden.

Totalt avhölls 15 konferenssessioner på tre dagar med över 800 registrerade deltagare. Sessionerna hade följande rubriker:

- Militära och statliga marknaden.
- Taktiska applikationer av fiberoptik.
- Militära fiberoptiska kontakter.
- Strålpåverkan på optoelektronik.
- Fiberoptiska sensorer för militära- och rymdapplikationer.
- Användning av fiberoptik i nationella miljöhärdade system.
- Tillförlitlighet och hållbarhet för militära fiberoptiska komponenter.
- Nya fiberoptikprodukter.
- Senaste utvecklingen inom IR-fiber.
- Militära fiberoptiska kablar, test och mätning.
- Andra statliga applikationer med fiberoptik.
- Fiberoptiska LAN för militär och statlig användning.
- Fiberoptik för bredbandiga analoga applikationer.
- Fiberoptiska applikationer för flygplan.

Parallellt med sessionerna anordnades också en utställning där en stor del av de i USA verksamma företagen fanns representerade.



### Utställningen

Här fick vi bl a demonstrerat hur tålig OCC's fältkabel är genom att man med hammare fick slå på kabeln så hårt man kunde. Fastän kabeln var placerad på ett hårt underlag lyckades vi inte slå av fibern.

SpecTran visade en ny lätt strippbar coating som faktiskt var enkel att skala av mekaniskt (jämfört med den mycket besvärliga akrylatplasten som ofta används).

Flera företag visade sina snabbskarvar bl a PSI Telecommunications, Inc. som har en skarv för både singel- och multimod fiber upp till 250 µm coatingdiameter. Förlusten uppges vara mindre än 0.2 dB med en skarvtid på 7 minuter (inkl 5 minuter för UV-härdning).

Amphenol visade sin modifierade SMA-kontakt som betecknas SMArt 906. Kontakten, som är speciellt anpassad för undervattensbruk, presenterades som sagt även på konferensen. Vi har kontakt med deras utvecklingsingenjör och har även fått ett provexemplar, som vi kommer att undersöka.

### 3.1 SpecTran Corporation

SpecTran Corporation är ett högteknologiskt företag beläget i Sturbridge, Massachusetts. SpecTran är ett fibertillverkande företag, följande produkter marknadsförs:

- Hermetic coating
- Pyrocoat
- Fluorid infraröd optik
- Singelmod fiber
- Multimod fiber

Nedan följer en produktbeskrivning.

### Multimod fiber

Både gradedindex och stepindex multimodfiber tillverkas med MCVD-teknik. Bland GI-fibrerna finns tre olika dimensioner att välja bland: 50/125, 625/125 och 100/140. Typiska dämpningsprestanda för 50 och 62.5  $\mu\text{m}$  fibrerna är 3.5 dB/km resp 3.8 dB/km vid 850 nm och 1.0 dB/km resp 1.5 dB/km vid 1300 nm med bandbredder upp till 1 GHzkm resp 600 MHzkm. För 100  $\mu\text{m}$  fibern är motsvarande prestanda 5.0 dB/km vid 850 nm och 2.5 dB/km vid 1300 nm samt bandbredd på upp till 300 MHzkm.

Stepindex fibern är av standardtyp 100/140 med 5 dB/km dämpning och bandbredden 20 MHzkm vid 850 nm.

Samtliga fibrer kan fås i längder från 1.1-2.2 km. Olika typ av coatings finns såsom hermetic coating och högtemperatur coating vilka beskrivits ovan.

En fördel med SpecTrans primärskydd är att det i standardutförande är mekaniskt strippbart vilket avsevärt underlättar terminering av fibern och därmed minskar arbetstiden.

### 3.4 Optical Cable Corporation

Optical Cable Corporation är ett fiberkabeltillverkande företag beläget i Salem strax utanför Roanoke, Virginia. Man tillverkar fiberkabel för tal-, data-, video- och telemetriöverföring. Följande produkter utöver direkt customdesign marknadsförs:

- Militär taktisk fältkabel
- Inomhuskabel
- Utomhuskabel
- Kabel för skärmade rum
- Robotstyrkabel

Samtliga kablar kan fås med stepindex singel- eller multimod fiber samt gradedindex multimod fiber. Nedan följer en kortfattad produktbeskrivning.

#### Militär taktisk fältkabel

Kabeln är uppbyggd kring optofiber med fast sekundärskydd omgivet av aramidfiber (Kevlar). Ytterhöljet är en tub av polyuretanplast. Två typer av kabel finns - härdad och super-härdad. Skillnaden är att i den super-härdade kabeln finns ett extra elastiskt skydd mellan sekundärskyddet och det vanliga primärskyddet, vilket gör att kabeln blir mindre känslig för bl a mikroböjning. Kablarna kan i standard fås med 2, 4, 6 eller 8 fibrer. Diametern för den härdade fiberkabeln varierar mellan 5.0 till 6.5 mm med vikten 23 till 38 kg/km medan den super-härdade har diametern 6.0 till 9.5 mm och vikten 31 till 74 kg/km.

Fältmässigheten hade provats bl a genom att låta en Sherman tank köra över kabeln och samtidigt svänga, vilket givetvis i sig förstörde kabelns yttre delar men optofibrerna höll. Underlaget som provet gjordes på var dessutom betong. Mer detaljerade data finns att få då kabeln uppfyller milstandard. Kabeln uppgavs användas av US Army.