



Spezifikation für freie Wahl des Modems

Beschreibung der Voraussetzungen für ein VDSL2-Modem, das eine Verbindung mit dem VDSL2-Netz von Proximus herstellen soll.



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abkürzungen und Definitionen.....	3
1 Zusammenfassung	4
2 Haftungsausschlüsse	4
3 VDSL2-Spezifikationen	5
3.1 Charakterisierung der Anforderungen: Verwendete Terminologie.....	5
3.2 Referenzmodell des Systems.....	6
3.3 Anforderungen an das CPE-VDSL2-Modem.....	7
3.3.1 Das Proximus-VDSL2-Netz und die wichtigsten Interoperabilitätskombinationen mit einem frei gewählten Endnutzer-CPE	7
3.3.2 Allgemeine Anforderungen für den Betrieb mit allen Leitungskarten.....	7
3.3.3 Anforderungen beim Betrieb mit NVLT-D nicht vektorisiertem VDSL2	9
3.3.4 Anforderungen beim Betrieb mit NDLT-G nicht vektorisiertem VDSL2	11
3.3.5 Anforderungen beim Betrieb mit NDLT-G vektorisiertem VDSL2.....	12
3.3.6 Anforderungen beim Betrieb mit RDLT-G vektorisiertem VDSL2.....	15
4 Definition der Beeinträchtigung des Netzes	15
5 Rollen und Verantwortlichkeiten von Proximus, CPE-Hersteller und Endnutzer	17
5.1 Rollen und Verantwortlichkeiten von Proximus	17
5.2 Rollen und Verantwortlichkeiten des CPE-Herstellers.....	19
5.3 Rollen und Verantwortlichkeiten des Endnutzers.....	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Referenzmodell des Systems.....	6
--	---



Abkürzungen und Definitionen

CPE	Customer Premises Equipment (Kundenendgeräte (im Sinne von „Endnutzern“)), die ein VDSL2-Modem enthalten
DSLAM	DSL Subscriber Line Access Multiplexer (die VDSL2-Netzausrüstung)
FTTCab	Fiber To The Cabinet (Glasfaser zum Schrank)
FTTN	Fiber To The Node (Glasfaser zum Knotenpunkt)
HW	Hardware
NT	Network Termination (Netzabschluss)
NTP	Network Termination Point (Netzabschlusspunkt)
SW	Software
VDSL2-Modem	Die physische Implementierung der VTU-R-Funktionalität (siehe Abschnitt 3.2 und Abbildung 1), die sich im CPE befindet

1 Zusammenfassung

Dieses Dokument wird im Rahmen des BIPT-Beschlusses vom 26. September 2023 über die Bestimmung des Netzabschlusspunktes für Breitbanddienste bereitgestellt. Die hierin enthaltenen Informationen beziehen sich auf die Netzspezifikationen von Proximus und sind ausschließlich für Endnutzer bestimmt.

Die in diesem Dokument enthaltenen Spezifikationen beschreiben die notwendigen Anforderungen an die physikalische Schicht von VDSL2 für ein frei gewähltes Endnutzer-CPE:

- Interoperabilität mit dem Proximus-VDSL2-Netz bei angemessener Leistung
- Keine Beeinträchtigung des Netzes gemäß der Definition in Abschnitt 4

Das Dokument bezieht sich in erster Linie auf den Stand der Technik und beschreibt zusätzliche Anforderungen, um den Betrieb des VDSL2-Modems im Proximus-Netz zu gewährleisten.

Das Dokument enthält auch Informationen über die technischen Rollen und Verantwortlichkeiten von Proximus, CPE-Herstellern und Endnutzern sowie über das Recht von Proximus, einzugreifen, um den korrekten Netzbetrieb für alle Endnutzer zu gewährleisten.

2 Haftungsausschlüsse

- Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen beruhen auf dem aktuellen Stand der Informationen und Netzspezifikationen, Änderungen sind vorbehalten. Es wird empfohlen, regelmäßig zu prüfen, ob Aktualisierungen und Überarbeitungen vorliegen.
- Es ist unmöglich, „erschöpfende“ Spezifikationen für einen bestimmten Einsatzkontext zu verfassen, um:
 - eine Mindestqualität mit einer sehr hohen Garantie zu gewährleisten
 - mit einer sehr hohen Garantie zu gewährleisten, dass das Netz keinen Schaden nimmt.Dies ist der Hauptgrund, warum Kundenendgeräte idealerweise für einen bestimmten Einsatzkontext mit Labortests (z. B. Proximus-Zertifizierungsverfahren), Feldversuchen und Pilotprojekten validiert werden sollten. Daher kann Proximus keine Verantwortung übernehmen, wenn ein bestimmtes CPE:
 - die VDSL2-Leistungserwartungen des Endbenutzers nicht erfüllt, selbst wenn der Hersteller des CPE behauptet, dass sein CPE diesen Spezifikationen entspricht*.
 - Schäden im Netzwerk verursacht, selbst wenn der Hersteller des CPE behauptet, dass sein CPE mit diesen Spezifikationen übereinstimmt*.

*Dennoch erhöht eine korrekte Konformitätserklärung des CPE-Herstellers natürlich die Wahrscheinlichkeit einer angemessenen Leistung und keiner Beeinträchtigung des Netzes erheblich.

- Diese Schnittstellenspezifikation kann jederzeit geändert werden und kann die Abwärtskompatibilität mit früheren Versionen aufheben.
- Mit der Veröffentlichung einer neuen Fassung dieser Spezifikation werden alle früheren Fassungen gemäß den geltenden Verjährungsfristen ungültig.
- Die in diesem Dokument dargelegten Spezifikationen werden auf der Grundlage des Ist-Zustandes bereitgestellt. Obwohl alle Anstrengungen unternommen wurden, um die Richtigkeit der Informationen zu gewährleisten, haftet Proximus nicht für direkte, indirekte, zufällige oder Folgeschäden, die sich aus der Verwendung dieser Informationen ergeben.
- Endnutzer, die dieses Dokument verwenden, werden gebeten, Proximus zu konsultieren, wenn sie zusätzliche Klarstellungen oder Aktualisierungen benötigen, um eine optimale Kompatibilität mit dem Proximus-Privatkunden-Netzwerk zu gewährleisten.

3 VDSL2-Spezifikationen

3.1 Charakterisierung der Anforderungen: **Verwendete Terminologie**

Gemäß den Konventionen, die auch in den Technischen Empfehlungen des Broadband-Forums verwendet werden, sind die Begriffe MUSS, DARF NICHT, SOLLTE, SOLLTE NICHT und KANN wie folgt zu verstehen:

MUSS	Dieses Wort bzw. der Begriff „ERFORDERLICH“ bedeutet, dass die Definition eine absolute Anforderung der Spezifikation ist.
DARF NICHT	Diese Formulierung bedeutet, dass die Definition ein absolutes Verbot der Spezifikation darstellt.
SOLLTE	Dieses Wort bzw. das Adjektiv „EMPFOHLEN“ bedeutet, dass es unter bestimmten Umständen triftige Gründe dafür geben kann, diesen Punkt zu ignorieren, dass aber die gesamte Tragweite verstanden und sorgfältig abgewogen werden muss, bevor man sich für einen anderen Weg entscheidet.
SOLLTE NICHT	Dieser Satz oder die Formulierung „NICHT EMPFOHLEN“ bedeutet, dass es unter bestimmten Umständen triftige Gründe dafür geben kann, dass ein bestimmtes Verhalten akzeptabel oder sogar nützlich ist, dass aber die volle Tragweite verstanden und der Fall sorgfältig abgewogen werden sollte, bevor ein mit diesem Etikett beschriebenes Verhalten umgesetzt wird.
KANN	Dieses Wort oder das Adjektiv „OPTIONAL“ bedeutet, dass dieser Punkt eine von mehreren zulässigen Alternativen ist. Eine Implementierung, die diese Option nicht enthält, MUSS darauf vorbereitet sein, mit einer anderen Implementierung, die diese Option enthält, zusammenzuarbeiten.

3.2 Referenzmodell des Systems

In Abbildung 1 (entspricht Abbildung 5-4/G.993.2) ist das für VDSL2 verwendete Referenzmodell dargestellt. Auf der Netzseite befindet sich die VDSL2-Transceiver-Einheit (VTU-O) auf den VDSL2-Leitungskarten im Zugangsknoten und kann sich sowohl in der Zentrale als auch an einem entfernten Standort in einem FTTCab- oder FTNode-Einsatzszenario befinden. Von der Anschlusskarte aus werden bestehende ungeschirmte verdrehte metallische Zugangslinienpaare verwendet, um die Breitband- (VDSL2) und Schmalbandsignale (PSTN) zu und von den Räumlichkeiten des Kunden zu übertragen.

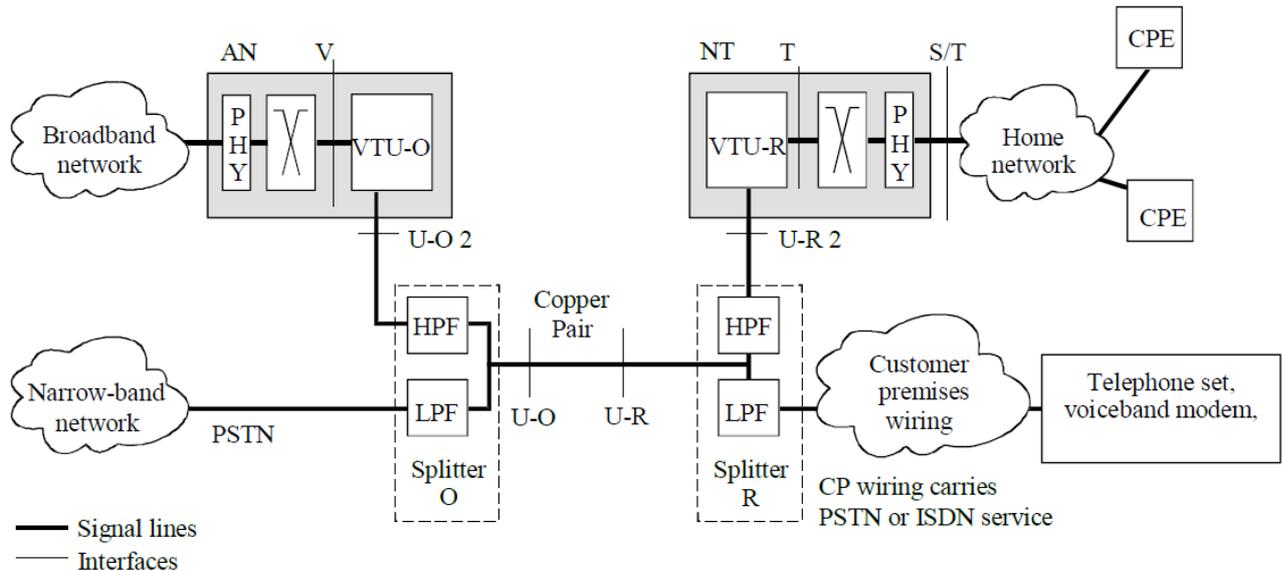


Abbildung 1: Referenzmodell des Systems

Auf der CPE-Seite enthält der VDSL2 NT (Network Termination) die VDSL2-Modemfunktionalität (VTU-R) sowie die Hochpassfilterfunktionalität (HPF). In Bezug auf VDSL2-Signale sind die U-R- und U-R2-Schnittstellen somit gleichwertig (siehe auch Anmerkung 3 zu Abbildung 5-4/G.993.2). Wenn PSTN- und VDSL2-Signale über dieselbe Kupferleitung des öffentlichen Netzes übertragen werden, wird ein zentraler Tiefpassfilter-Splitter (LPF) verwendet, um Schmalband- (PSTN) und Breitband-VDSL2-Übertragungssignale in der Verkabelung des Kunden zu trennen. Der zentrale Splitter ist mit dem NTP (Network Termination Point) verbunden, der in der neuesten Version des Dokuments „PXS_VDSLNTPSpecs“ beschrieben ist.

3.3 Anforderungen an das CPE-VDSL2-Modem

3.3.1 Das Proximus-VDSL2-Netz und die wichtigsten Interoperabilitätskombinationen mit einem frei gewählten Endnutzer-CPE

Die wichtigsten möglichen Interoperabilitäts-Gegenstücke für ein frei gewähltes CPE, die im Proximus-Netz angetroffen werden können, sind die folgenden Nokia-Leitungskarten.

Leitungskarte	Wichtigste DSL-Standards	Minimale Startfrequenz
NVLT-D nicht vektorisiert	G.993.2 Anhang B	f _{0L} ≥ 120 kHz
NDLT-G nicht vektorisiert	G.993.2 Anhang B	f _{0L} ≥ 25 kHz
NDLT-G vektorisiert	G.993.2 Anhang B G.993.5 (Vectoring) G.998.4 (G.INP)	f _{0L} ≥ 25 kHz
RDLT-G vektorisiert	G.993.2 Anhang B G.993.5 (Vectoring) G.998.4 (G.INP)	f _{0L} ≥ 25 kHz

Tabelle 1: Nokia-Leitungskarten im Proximus-VDSL2-Netz

Das VDSL2-CPE muss mit all diesen Interoperabilitätsgegenstücken gemäß den Anforderungen in den folgenden Abschnitten 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 und 3.3.6 interoperabel sein und mit ihnen zusammenarbeiten.

3.3.2 Allgemeine Anforderungen für den Betrieb mit allen Leitungskarten

3.3.2.1 RJ11 DSL-Schnittstelle

R-1 Die physikalische DSL-Schnittstelle zum Anschluss des Kundenendgerätes an den Proximus-Kupfer-NTP (siehe die neueste Version des Dokuments „PXS_VDSLNTSpecs“) muss eine RJ11-Buchse sein.

3.3.2.2 Codierung von CPE-DSL-Bestandsinformationen

R-2 Die xTU-R G.994.1 Hersteller-Identifikation, die xTU-R System-Hersteller-Identifikation, die xTU-R Versionsnummer und die xTU-R Seriennummer werden wie in G.997.1 (02/2019) beschrieben codiert. Hinweis: Eine zulässige Ausnahme von dieser Anforderung ist, dass die xTU-R-Versionsnummer nicht das <xTU-R-Modell> enthält.

3.3.2.3 Verwaltung von G.hs-Handshake-Tonfolgen und Interoperabilität mit dem heterogenen Proximus-VDSL2-Netz

- R-3** Der CPE darf die V43-Handshake-Tonfolge nicht übertragen, wenn er mit einer anderen VDSL2-fähigen Leitungskarte als NVLT-D (z. B. NDLT-G oder RDLT-G) zusammenarbeitet, um:
- Schäden im Netz aufgrund von Störungen in Upstream-Richtung zu vermeiden, z. B. im Falle einer UPBO-Entspannung, die durch Upstream-Vectoring ermöglicht wird, das von Proximus eingesetzt wird
 - eine erfolgreiche G.hs-Vollendung über einen Übersprechkanal zu vermeiden, was zu einer Verschlechterung der Vectoring-Initialisierungsleistung führt
 - eine erfolgreiche Initialisierung über einen Übersprechkanal zu vermeiden
- R-4** Das CPE sollte bei der Zusammenarbeit mit der NVLT-D- Leitungskarte die V43-Handshake-Tonfolge übertragen, um die beste Interoperabilitätsleistung mit NVLT-D zu gewährleisten.
- R-5** Um die beiden vorstehenden Anforderungen R-3 und R-4 zu erfüllen, muss das CPE:
- entweder nie die G.hs-V43-Tonfolge übertragen, aber dann müssen die möglichen Leistungseinbußen beim Zusammenwirken mit der NVLT-D-Leitungskarte für den Endnutzer akzeptabel sein
 - oder die erforderliche G.hs-Tonfolgenverwaltungslogik implementieren, die kundenspezifisch sein kann.
- R-6** Das CPE muss mit allen VDSL2-Leitungskarten im Proximus-Netz interoperabel sein, wie in Tabelle 1 definiert. Da NVLT-D einerseits und NDLT-G und RDLT-G andererseits eine unterschiedliche Mindeststartfrequenz f_{OL} unterstützen und während der Initialisierung unterschiedliche Handshake-Tonfolgen verwenden können, sollte das CPE die notwendigen Mechanismen implementieren, um damit umzugehen, ohne vorher zu wissen, an welche Leitungskarte das CPE angeschlossen wird. Hinweis: Die Wahrscheinlichkeit, dass ein VDSL2-Endkunde an die NVLT-D-Leitungskarte im Proximus-Netz angeschlossen ist, liegt bei etwa 6 %.

3.3.2.4 Gleichtaktrauschunterdrückung

- R-7** Die Kundenendgeräte müssen die Unterdrückung von Gleichtaktstörungen unterstützen, um ausreichend robust gegen Gleichtaktstörungen zu sein und das Netz nicht durch Gleichtaktstörungen zu beeinträchtigen, die in den Räumlichkeiten des Endnutzers entstehen (z. B. durch eine schlechte Stromversorgung) und in Differenzstörungen auf benachbarten Leitungen im öffentlichen Netz umgewandelt werden. Um diese Anforderung zu erfüllen, muss das CPE mit G.995.2 konform sein.

3.3.2.5 Dying Gasp

- R-8** Das vorgeschlagene CPE sollte „Dying Gasp“ sowie das zugehörige Far-End-Lpr-Primitiv (z. B. G.993.2 (2015) 11.3.3.2 für VDSL2) unterstützen und einen Kondensator enthalten, um dies zu ermöglichen. Nach der Erkennung des Stromausfalls am nahen Ende durch das xTU-R sollte das CPE mindestens dreimal hintereinander das lpr-Anzeigebit senden, bevor es in den Verbindungszustand L3 übergeht.

3.3.2.6 Vermeidung der Initialisierung über einen beliebigen Übersprechkanal im Proximus-Netz

- R-9** Zusätzlich zur Konformität mit R-5 sollte das CPE die notwendigen Mechanismen implementieren, um eine Initialisierung über jeden Übersprechkanal im Proximus-Netz zu vermeiden.

3.3.2.7 Vermeidung von Leistungseinbußen aufgrund von Out-of-Band-FEXT durch 35-MHz-VDSL2-Nachbarleitungen

R-10 Das CPE sollte die notwendige Empfängerfunktionalität unterstützen, um zu vermeiden, dass zu einem zukünftigen Zeitpunkt 35-MHz-VDSL2-Signale auf benachbarten Leitungen die Leistung der Leitung im 17a- oder 8x-VDSL2-Profil erheblich beeinträchtigen. 35-MHz-FEXT-Out-of-Band-Rauschen oberhalb von 17,6 MHz könnte die Leistung der Leitung im 17a- oder 8x-VDSL2-Profil durch Aliasing beeinträchtigen, was unter anderem von der Implementierung des Empfängerfilters abhängt.

3.3.3 Anforderungen beim Betrieb mit NVLT-D nicht vektorisiertem VDSL2

3.3.3.1 Konformität mit G.993.2

3.3.3.1.1 Allgemeine Anforderungen

R-11 Das CPE muss mit G.993.2 (2006-02) konform sein.

R-12 Das CPE muss mit G.993.2 Berichtigung 1 konform sein.

R-13 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 1 konform sein.

R-14 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 1 Berichtigung 1 konform sein.

R-15 Das CPE muss mit G.993.2 Berichtigung 2 konform sein.

R-16 Das CPE sollte mit G.993.2 Änderung 2 konform sein.

R-17 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 3 konform sein.

R-18 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 4 konform sein.

R-19 Das CPE muss mit G.993.2 Berichtigung 3 konform sein.

R-20 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 5 konform sein.

R-21 Der CPE muss mit G.993.2 Änderung 6 der CI-Richtlinie konform sein.

R-22 Das CPE muss mit G.993.2 Berichtigung 4 konform sein.

R-23 Das CPE muss mit G.993.2 Änderung 7 konform sein.



- R-24** Das CPE muss die VDSL2-Profile 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b und 17a unterstützen.
- R-25** Das CPE muss UO für das Profil VDSL2 17a unterstützen.
- R-26** Das CPE muss mit G.993.2 Anhang B konform sein.
- R-27** Das CPE muss mit G.993.2 Anhang K.3 und G.993.2 Anhang N (EFM 802.ah 64/65) konform sein.
- R-28** Das CPE muss UPBO ELE-MO gemäß G.993.2 (01/2015) unterstützen.
- R-29** Das CPE muss UPBO ELE-M1 AELE-MODE 3 gemäß G.993.2 (01/2015) unterstützen.
- R-30** Bit-Swapping: Das CPE muss das Bit-Swapping bis zu einem Bit Loading von 0 und von 0 bis zu einem Bit Loading ungleich Null in Downstream- und Upstream-Richtung unterstützen.
- R-31** Das CPE muss alle MIB-gesteuerten DS-PSD-Masken (bis zu 32 Haltepunkte) und US-PSD-Masken (bis zu 16 Haltepunkte) unterstützen, die den in G.993.2 Abschnitt 7.2.1.1 beschriebenen Einschränkungen und Anforderungen entsprechen.
- R-32** Innerhalb der Beschränkungen des obligatorischen MBDC für das Profil 17a muss das CPE eine beliebige Mischung aus nachgelagerten Nettodatenraten und vorgelagerten Nettodatenraten unterstützen mit:
- Downstream-Netto-Datenraten bis zu 95 Mbit/s
 - Upstream-Netto-Datenraten bis zu 50 Mbit/s
- R-33** Interleaver: Die Downstream- und Upstream-Partition der aggregierten Interleaver-Verzögerung in Oktetten muss dynamisch sein.
- R-34** Standardmäßig muss das CPE $Clpolicy_n = 2$ implementieren.
- R-35** Das CPE sollte senderbezogenes virtuelles Rauschen unterstützen (SNRM_MODE = 2).
- R-36** Das CPE sollte einen Sensor zur Überwachung des Impulsrauschens unterstützen.

3.3.3.12 VDSL2 8x Bandpläne & PSD-Maske

- R-37** Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = 120$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-6 unterstützen.
- R-38** Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = N/A$, $f_{OH} = N/A$, $f_1 = 138$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-7 unterstützen.

3.3.3.13 VDSL2 17a Bandpläne & PSD-Masken

- R-39** Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = 120$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-12 unterstützen.
- R-40** Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = N/A$, $f_{OH} = N/A$, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-10 unterstützen.

3.3.3.2 Konformität mit G.997.1

- R-41 Das CPE muss mit G.997.1 (04/09) konform sein.
- R-42 Das CPE muss mit G.997.1 Berichtigung 1 (11/2009) konform sein.
- R-43 Das CPE muss mit G.997.1 Änderung 1 konform sein.
- R-44 Das CPE muss mit G.997.1 Änderung 2 konform sein.

3.3.3.3 Konformität mit G.994.1

- R-45 Das CPE muss mit G.994.1 (02/2007) konform sein.
- R-46 Das CPE muss mit G.994.1 Änderung 1 (11/2007) konform sein.
- R-47 Das CPE muss mit G.994.1 Änderung 6 konform sein.
- R-48 Das CPE muss mit G.994.1 Änderung 7 konform sein.

3.3.3.4 Anforderungen an die Interoperabilität

Alle nachstehenden Anforderungen der Broadband-Forum TR in diesem Abschnitt 3.3.3.4 gelten für Nokia 7302 ISAM mit NANT-A und mit NVLT-D-Leitungskarte und NVSU-B-Splitterkarte mit ISAM SW-Version R6.2.04h.

- R-49 Das CPE muss für alle BB-Testfälle (B.5, B.6, B.7, B.9, B.17 und B.18 sowie die BB-Testfälle in B.11, B.12 und B.13) mit dem Hauptteil des TR-114 Ausgabe 1 und Anhang B konform sein. Geringfügige Ausfälle können akzeptiert werden, wenn sie das Netz im Sinne von Abschnitt 4 nicht beeinträchtigen.
- R-50 Das CPE muss mit TR-115 Ausgabe 1 konform sein. Geringfügige Ausfälle können akzeptiert werden, wenn sie das Netz im Sinne von Abschnitt 4 nicht beeinträchtigen.
- R-51 Das CPE muss mit TR-138 (einschließlich Änderung 1) konform sein. Geringfügige Ausfälle können akzeptiert werden, wenn sie das Netz im Sinne von Abschnitt 4 nicht beeinträchtigen.
- R-52 Sowohl in Downstream- als auch in Upstream-Richtung muss der BER-Wert im Interleaved-Modus bei einer Rauschmarge von 6 dB deutlich unter $10E-10$ liegen, wenn mit einer impulsrauschfreien Anordnung gemessen wird. Der BER-Wert muss gemäß TR-114 Ausgabe 1 Abschnitt 8.2 Tabelle 23 geschätzt werden.
- R-53 Sowohl in Downstream- als auch in Upstream-Richtung sollte der BER-Wert im Fast-Modus bei einer Rauschmarge von 6 dB deutlich unter $10E-10$ liegen, wenn mit einer impulsrauschfreien Anordnung gemessen wird. Der BER-Wert muss gemäß TR-114 Ausgabe 1 Abschnitt 8.2 Tabelle 23 geschätzt werden.

3.3.4 Anforderungen beim Betrieb mit NDLT-G nicht vektorisiertem VDSL2

Es müssen die gleichen Anforderungen wie in Abschnitt 3.3.5 erfüllt werden, mit folgenden Ausnahmen:

- Die Anforderungen von G.993.5 und G.998.4 müssen nicht erfüllt werden, da sie für die Kombination NDLT-G - VDSL2 ohne Vektorisierung der Interoperabilität nicht gelten.
- Das Interoperabilitäts-Gegenstück DSLAM besteht aus Nokia 7302 ISAM mit NANT-A und mit NDLT-G-Leitungskarte und NVSP-B-Splitterkarte anstelle von Nokia 7356 SB-REM mit NDLT-G-Leitungskarte, NVSP-B-Splitterkarte und NRCD-C-Vectoring-Controller-Karte.

3.3.5 Anforderungen beim Betrieb mit NDLT-G vektorisiertem VDSL2

3.3.5.1 Konformität mit G.993.2

3.3.5.1.1 Allgemeine Anforderungen

Alle Anforderungen in diesem Abschnitt 3.3.5.1.1 müssen für alle VDSL2-Profilen 8x und 17a (falls für ein bestimmtes VDSL2-Profil relevant) gelten, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben.

R-54 Das CPE muss mit G.993.2 (02-2019) konform sein.

R-55 Das CPE muss die VDSL2-Profilen 8a, 8b, 8c, 8d, 12a, 12b und 17a unterstützen.

R-56 Das CPE muss UO für das Profil VDSL2 17a unterstützen.

R-57 Das CPE muss mit G.993.2 Anhang B konform sein.

R-58 Das CPE muss mit G.993.2 Anhang B konform sein.

R-59 Das CPE muss UPBO ELE-M1 AELE-MODE 3 gemäß G.993.2 (01/2015) unterstützen.

R-60 Bit-Swapping: Das CPE muss das Bit-Swapping bis zu einem Bit Loading von 0 und von 0 bis zu einem Bit Loading ungleich Null in Downstream- und Upstream-Richtung unterstützen.

R-61 Das CPE muss G.993.2 Anhang L.3 und G.993.2 Anhang Y (EFM 802.ah 64/65) unterstützen.

R-62 Das CPE muss alle MIB-gesteuerten DS-PSD-Masken (bis zu 32 Haltepunkte) und US-PSD-Masken (bis zu 16 Haltepunkte) unterstützen, die den in G.993.2 Abschnitt 7.2.1.1 beschriebenen Einschränkungen und Anforderungen entsprechen.

R-63 Innerhalb der Beschränkungen des obligatorischen MBDC für das Profil 17a muss das CPE eine beliebige Mischung aus nachgelagerten Nettodatenraten und vorgelagerten Nettodatenraten unterstützen mit:

- Downstream-Netto-Datenraten bis zu 150 Mbit/s
- Upstream-Netto-Datenraten bis zu 50 Mbit/s

R-64 Interleaver: Die Downstream- und Upstream-Partition der aggregierten Interleaver-Verzögerung in Oktetten muss dynamisch sein.

R-65 Standardmäßig muss das CPE $Clpolicy_n = 2$ implementieren.

R-66 Das CPE sollte senderbezogenes virtuelles Rauschen unterstützen (SNRM_MODE = 2).

R-67 Das CPE sollte einen Sensor zur Überwachung des Impulsrauschens unterstützen.



R-68 Das CPE muss SRA in Downstream- und Upstream-Richtung mit dynamischer Änderung der Interleaver-Tiefe unterstützen, so dass nach einem SRA-Schritt die konfigurierten Grenzen Min. INP und Max. Delay nicht verletzt werden.

R-69 Das CPE sollte SOS in Downstream- und Upstream-Richtung unterstützen.

3.3.5.1.2 **VDSL2 8x Bandpläne & PSD-Maske**

R-70 Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = 25$ kHz, $f_{OH} = 138$ kHz, $f_1 = 138$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-4 unterstützen.

R-71 Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = 25$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ und die Grenzmaske PSD B8-5 unterstützen.

R-72 Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = 120$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-6 unterstützen.

R-73 Das CPE muss den Bandplan 998 mit $f_{OL} = N/A$, $f_{OH} = N/A$, $f_1 = 138$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-7 unterstützen.

3.3.5.1.3 **VDSL2 17a Bandpläne & PSD-Masken**

R-74 Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = 25$ kHz, $f_{OH} = 138$ kHz, $f_1 = 138$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-11 unterstützen.

R-75 Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = 120$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-12 unterstützen.

R-76 Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = 25$ kHz, $f_{OH} = 276$ kHz, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-17 unterstützen.

R-77 Das CPE muss den Bandplan 998ADE17 mit $f_{OL} = N/A$, $f_{OH} = N/A$, $f_1 = 276$ kHz und die Grenzmaske PSD B8-10 unterstützen.

3.3.5.2 **Konformität mit G.993.5**

R-78 Das CPE muss mit G.993.5 (2019-02) konform sein.

R-79 Das CPE muss den Schicht-2-Rückkanal unterstützen.

R-80 Das CPE muss die Showtime-Aktualisierung der US-Pilotsequenz unterstützen, wie in G.993.5 Abschnitt 8.2 beschrieben.

R-81 Das CPE sollte die Verwendung der erweiterten Fehlerbegrenzungsschwelle nach G.993.5 Anhang A unterstützen.



- R-82** Das CPE sollte nachgeschaltete FDPS (frequenzabhängige Pilotsequenzen) unterstützen.
- R-83** Beim Betrieb im vektorisierten VDSL2-Modus muss das CPE Mechanismen implementieren, um:
- ungeordnete Austrittsereignisse (Ereignisse, bei denen die LO-Showtime verlassen wird, ohne dass die VCE in der Lage ist, Maßnahmen zu ergreifen, die durch den geordneten Austritt ermöglicht werden) mit einer Erkennungsgenauigkeit von wenigen ms zu erkennen
 - bei Erkennung solcher Ereignisse geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um die möglichen schädlichen Auswirkungen auf benachbarte Leitungen in derselben Vectoring-Gruppe abzuschwächen, z. B. durch proaktives Abschalten des vorgelagerten Sendesignals des CPE bei:
 - Erkennung eines VTU-R-Leistungsabfalls, sofern die Hardware des CPE eine ausreichende Energieautonomie (z. B. bei Unterstützung von „Dying Gasp“) für die anschließende Abschaltung des vorgelagerten Sendesignals des CPE vorsieht, nachdem das lpr-Indikatorbit mindestens dreimal hintereinander gesendet wurde.
 - Erkennung eines anhaltenden Signalverlusts in der nachgelagerten Richtung.
- R-84** Die Ausschalttaste des CPE sollte ein softwaregesteuertes Ausschaltverfahren auslösen, das ein „geordnetes Herunterfahren“ mit L3-Anforderung durch das VTU-R einleitet (G.993.5 Abschnitt 8.3.1).
- R-85** Jeder Ausfall des Wechselstromnetzes am externen AC/DC-Wandler und jeder Ausfall des Gleichstromnetzes auf der CPE-Seite sollte ein softwaregesteuertes Abschaltverfahren auslösen, das ein „geordnetes Herunterfahren“ mit L3-Anforderung durch das VTU-R einleitet (G.993.5 Abschnitt 8.3.1).
- R-86** Das CPE muss das geordnete Herunterfahren gemäß G.993.5 Abschnitt 9.1 unterstützen. Dies impliziert die Unterstützung der modifizierten G.vector L3-Anforderung.
- R-87** Das CPE muss die „L3-Anforderung durch VTU-R“ unterstützen, wie in G.993.5 Abschnitt 8.3.1 beschrieben.
- R-88** Das CPE muss die „L3-Anforderung durch VTU-O“ unterstützen, wie in G.993.5 Abschnitt 8.3.2 beschrieben.
- R-89** Jede durch die SW ausgelöste Abschaltung oder jeder Neustart des CPE muss vom CPE als geordnetes Verlassen verwaltet werden.
- R-90** Das CPE sollte Maßnahmen ergreifen, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fehlern beim Demapping von Pilotsequenz-Probetönen zu verringern (siehe auch ITU-T-Beitrag 2015-03-10-Q4-021R2.docx Abschnitt 4.3).

3.3.5.3 Konformität mit G.998.4

- R-91** Das CPE muss mit G.998.4 (11/2018) in Downstream- und Upstream-Richtung in Verbindung mit VDSL2 konform sein.

3.3.5.4 Konformität mit G.997.1

- R-92** Das CPE muss mit G.997.1 (11/2016) konform sein.
- R-93** Das CPE muss mit G.997.1 (2016) Änderung 1 (12-2017) konform sein.
- R-94** Das CPE muss mit G.997.1 (2016) Berichtigung 1 (03-2018) konform sein.
- R-95** Das CPE muss mit G.997.1 (2016) Änderung 2 (05-2018) konform sein.

3.3.5.5 Konformität mit G.994.1

R-96 Das CPE muss mit G.994.1 (11/2018) konform sein.

3.3.5.6 Anforderungen an die Interoperabilität

Alle nachfolgend aufgeführten Anforderungen der Broadband-Forum TR in diesem Abschnitt 3.3.5.6 gelten für das CPE gegen Nokia 7356 SB-REM mit NDLT-G-Leitungskarte, NVSP-B-Splitterkarte und NRCD-C-Vectoring-Controller-Karte mit ISAM SW Version R6.2.04h. Hinweis: Das 7356 SB-REM wird von Nokia 7330 ISAM Host mit NANT-A aggregiert.

R-97 Das CPE muss im Modus G.993.5 mit dem Hauptteil der TR-114 Ausgabe 3 und Anhang B für alle BB-Testfälle (B.5, B.6, B.7 und B.9 sowie BB-Testfälle in B.10, B.11 und B.12) konform sein.

R-98 Das CPE muss im Modus G.993.5 mit TR-115 Ausgabe 3 konform sein.

R-99 Das CPE muss im Modus G.993.5 mit TR-138 (einschließlich Änderung 1) konform sein.

R-100 Sowohl in Downstream- als auch in Upstream-Richtung muss der BER-Wert im Interleaved-Modus bei einer Rauschmarge von 6 dB deutlich unter $10E-10$ liegen, wenn mit einer impulsrauschfreien Anordnung gemessen wird. Der BER-Wert muss gemäß TR-114 Ausgabe 3 Abschnitt 8.2 Tabelle 24 geschätzt werden.

R-101 Sowohl in Downstream- als auch in Upstream-Richtung sollte der BER-Wert im Fast-Modus bei einer Rauschmarge von 6 dB deutlich unter $10E-10$ liegen, wenn mit einer impulsrauschfreien Anordnung gemessen wird. Der BER-Wert muss gemäß TR-114 Ausgabe 3 Abschnitt 8.2 Tabelle 24 geschätzt werden.

3.3.6 Anforderungen beim Betrieb mit RDLT-G vektorisiertem VDSL2

Es müssen die gleichen Anforderungen wie in Abschnitt 3.3.5 gelten, mit folgenden Ausnahmen:

- Das Interoperabilitäts-Gegenstück DSLAM besteht aus Nokia 7363 MX6 mit RANT-C NT und mit RDLT-G-Leitungskarte und NVSP-B-Splitterkarte mit ISAM SW Version R6.2.04ng anstelle von Nokia 7356 SB-REM mit NDLT-G-Leitungskarte, NVSP-B-Splitterkarte und NRCD-C-Vectoring-Controller-Karte.

4 Definition der Beeinträchtigung des Netzes

Definitionsgemäß ist ein VDSL2-Anschluss schädlich für das Netz, wenn er:

- einen seiner Nachbaranschlüsse (typischerweise einen der anderen VDSL2-Anschlüsse, die an denselben DSLAM angeschlossen sind) so stört, dass der Dienst anderer Endnutzer, die an einen dieser Nachbaranschlüsse angeschlossen sind, beeinträchtigt wird oder ernsthaft beeinträchtigt zu werden droht.
- zu einer unverhältnismäßigen Betriebsbelastung im Vergleich zu anderen VDSL2-Anschlüssen führt. Eine nicht erschöpfende Reihe von Beispielen für eine unverhältnismäßige Betriebsbelastung ist Folgendes:
 - übermäßige Anrufe beim Kundendienst
 - Überflutung des Proximus-Netzes und / oder der operativen Systeme (einschließlich der Proximus-Überwachungssysteme) mit z. B.:
 - VDSL2-Modem-seitig ausgelösten G.997.1 Physical Layer Management Requests an den DSLAM, die das Funktionieren des DSLAMs beeinträchtigen,



- fehlerhaften oder ungenauen G.997.1-Betriebsdaten, die betriebliche Prozesse unzulässig auslösen,
- Verursachung von Sicherheitsproblemen oder ernsthaften Sicherheitsrisiken.

5 Rollen und Verantwortlichkeiten von Proximus, CPE-Hersteller und Endnutzer

5.1 Rollen und Verantwortlichkeiten von Proximus

- Proximus wird die vorliegenden Spezifikationen jederzeit aktualisieren:
 - wenn eine wesentliche Netzänderung eine Weiterentwicklung der vorliegenden Spezifikationen erforderlich macht.
 - wenn sich herausstellt, dass die vorliegenden Spezifikationen nicht hinreichend genau oder erschöpfend sind, um das in Abschnitt 1 beschriebene Ziel der vorliegenden Spezifikationen zu erreichen, und wenn mit vertretbarem Aufwand durch Änderungen der vorliegenden Spezifikationen diese Ungenauigkeiten oder Unvollständigkeiten behoben werden können.
- Proximus hat / beansprucht das Recht, sowohl reaktiv als auch proaktiv Maßnahmen in Bezug auf jedes an einen VDSL2-Anschluss angeschlossene VDSL2-Modem zu ergreifen:
 - bei dem festgestellt wurde, dass es dem Netz Schaden zufügt.
 - bei dem der dringende Verdacht besteht, dass es dem Netz Schaden zufügt.
 - bei dem ein hohes Risiko besteht, dass es dem Netz Schaden zufügt.
 - das nicht mit der vorliegenden Spezifikation konform ist.

Diese Maßnahmen umfassen unter anderem:

- Verringerung des für die VDSL2-Leitung, an die das Modem angeschlossen ist, konfigurierten Spektrums. Dadurch wird die Beeinträchtigung des Netzes oft ausreichend gemildert, und der Endnutzer kann weiterhin einen grundlegenden Verbindungsdienst in Anspruch nehmen.
- Fernsperrung des VDSL2-Netzwerkanschlusses des VDSL2-Anschlusses, an den das Modem angeschlossen ist.
- Physische Trennung des VDSL2-Anschlusses:
 - entweder auf der Netzseite
 - oder auf der Seite des Kunden (Endnutzers)
- Führen einer schwarzen Liste von CPE. Definitionsgemäß wird jede der drei oben genannten Maßnahmen (Reduzierung des Spektrums, Fernsperrung des VDSL2-Anschlusses, physische Trennung des VDSL2-Anschlusses) immer dann angewendet, wenn ein auf der schwarzen Liste stehendes CPE an das Proximus-Netz angeschlossen ist. Die Kriterien für die Aufnahme in bzw. das Entfernen aus der schwarzen Liste werden zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

Hinweis: Die Tatsache, dass Proximus dieses Recht hat bzw. beansprucht, bedeutet nicht, dass Proximus dieses Recht in einer allzu konservativen dogmatischen Weise ausüben wird. Die Ausübung erfolgt in angemessener Weise, wobei die Vorteile aller Endnutzer, die das Proximus-Netz nutzen, ausgeglichen werden, unabhängig davon, ob sie ein frei gewähltes VDSL2-Modem oder ein von Proximus oder einem OLO bereitgestelltes VDSL2-Modem verwenden.

- Proximus wird den Endnutzer informieren, wenn sie eine oder mehrere der oben genannten Maßnahmen für erforderlich hält.
- Auf Verlangen des Endkunden wird Proximus jede der oben genannten Maßnahmen für ein VDSL2-Modem rückgängig machen, wenn die Hardware- oder Software-Ursache, die die Maßnahme ausgelöst hat, vom Endkunden beseitigt wurde.
- Proximus passt ihr Netz regelmäßig an, indem sie neue Hardware und Software einführt, und ist nicht verantwortlich für eine Verschlechterung der Dienste infolge dieser Netzentwicklungen.
- Proximus ist NICHT dafür verantwortlich, Erklärungen zur Einhaltung der in diesem Dokument enthaltenen Spezifikationen für CPE abzugeben, die Proximus nicht selbst an Endnutzer oder OLO liefert. Proximus kann keine solche Verantwortung im ausdrücklichsten Sinne übernehmen.





5.2 Rollen und Verantwortlichkeiten des CPE-Herstellers

- Der CPE-Hersteller ist der Hauptverantwortliche für die Abgabe von Erklärungen über die Einhaltung der in diesem Dokument enthaltenen Spezifikationen auf Anfrage von Endnutzern oder auf Anfrage von juristischen Personen, die diese CPE auf dem belgischen CPE-Einzelhandelsmarkt verkaufen oder zu verkaufen beabsichtigen.

5.3 Rollen und Verantwortlichkeiten des Endnutzers

- Der Endnutzer muss die alleinige Verantwortung für die Auswahl seiner VDSL2-CPE-Hardware und -Software tragen, die mit den vorliegenden Spezifikationen übereinstimmen.
- Der Endnutzer muss in eigener Verantwortung sicherstellen, dass die von ihm gewählte VDSL2-CPE-Hardware und -Software mit allen Weiterentwicklungen der vorliegenden Spezifikationen konform ist.
- Der Endnutzer ist allein für die Aktualisierung der Software seines VDSL2-CPE verantwortlich. Solche Upgrades sind zwar nicht zwingend erforderlich, könnten aber notwendig sein, um eine angemessene Interoperabilität mit neueren Hardware- oder Softwareversionen von DSLAM-Geräten zu erreichen.
- Der Endnutzer darf nur die vom VDSL2-CPE-Hersteller genehmigte Software verwenden und diese in keiner Weise verändern.
- Der Endnutzer muss die vom VDSL2-CPE-Hersteller aus Sicherheitsgründen empfohlenen SW-Patches installieren.
- Der Endnutzer ist verpflichtet, die Anweisungen zu befolgen, die Proximus gegebenenfalls erteilt, um die Sicherheit und den ordnungsgemäßen Betrieb des Proximus-Netzes und jeder anderen von Proximus auf andere Weise genutzten Infrastruktur zu gewährleisten.
- Falls Proximus es als notwendig erachtet, das frei gewählte VDSL2-Modem auf der Seite des Kunden (Endnutzers) physisch zu trennen, um reaktiv oder proaktiv Schäden am Netz zu verhindern, wird sie den Endnutzer auffordern,
 - das frei gewählte VDSL2-Modem nach Aufforderung durch Proximus innerhalb einer Vorlaufzeit von 1 Werktag abzuschalten.
 - innerhalb von maximal 7 Werktagen Zugang zu den Räumlichkeiten des Endnutzers zu gewähren, um zu überprüfen, dass das frei gewählte VDSL2-Modem physisch vom Proximus-Netzwerk getrennt wurde.

-----Ende des Dokuments-----
