

АНАЛИЗА НА МОЖНОСТИТЕ И ПОТРЕБИТЕ ЗА ВОВЕДУВАЊЕ НА DVB-T2

Анализа на можностите и потребите за воведување на DVB-T2 во Република Северна Македонија е изработена од **Таргет Комуникации ДООЕЛ Скопје** за потребите на **Агенција за аудио и аудиовизуелни медиумски услуги (АВМУ)**, согласно Договорот за јавна набавка со Таргет Комуникации бр. 0306-72/5 од 12.08.2021 и АВМУ бр. 03-3088/1 од 11.08.2021.

Изработиле:

Светлана Петровска

Дарко Перушески

Сашко Србаков

Содржина

1. Вовед.....	4
2. Методологија.....	5
3. Потребни технички услови што треба да ги исполни системот за терестријално дигитално емитување DVB-T2.....	6
3.1. Комерцијални барања за DVB-T2.....	6
3.2. DVB-T и DVB-T2; Што е разликата?	7
3.3. Системски својства на DVB-T2.....	8
3.4. Пропусен опсег	8
3.5. Големина на FFT	9
3.6. Шема на модулација и интервал на заштита	10
3.7. Сценарија за транзиција	11
3.7.1. Вовед.....	11
3.7.2. Инфраструктура	11
3.7.3. Планирање на фреквенција	11
3.7.4. Премин од DVB-T во DVB-T2	12
3.8. Дигитален терестријален приемник и дополнителна опрема	13
3.8.1. Поврзување на дигиталниот приемник.....	13
3.8.2. Видео и аудио интерфејси.....	13
3.8.3. DVB-T2 дигитални приемници	14
4. Анализа на сегашната состојба во областа на дигиталното емитување	18
5. Регионални искуства.....	20
5.1. Хрватска.....	20
5.2. Србија	20
5.3. Бугарија	21
6. Сценарија за воведување на DVB-T2 технологијата	22
6.1. Изградба на нова DVB-T2 мрежа.....	22
6.2. Надградба на постојните DVB-T мрежи на DVB-T2	23
6.3. Алтернативни технологии.....	23
7. Препораки и предлози за можностите за воведување на DVB-T2 технологијата.....	25
8. Заклучоци.....	27
Додаток 1: Преглед на дел од DVB-T2 корисничката опрема достапна во Македонија	29
Додаток 2: Анализа на сценарија за имплементација на DVB-T2 во Македонија.....	30
Додаток 3: Анализа на одговорите на прашалниците од страна на сите учесници во еко-системот (тв станици, оператори на DVB-T мрежи, регулаторни тела).....	31

Акроними.....	32
Референци.....	34

1. Вовед

Во светот процесот на премин од аналогна на дигитална терестријална телевизија (digital switchover) е во завршна фаза.

Во Македонија дигитална терестријална телевизија постои од 2009 година, имплементирана од компанијата А1 Македонија (во тоа време Оне). Оваа компанија има добиено три мултиплекси на тендерот распишан од Агенцијата за електронски комуникации (АЕК) и емитува програми во овие три мултиплекси. Јавното претпријатие Национална радиодифузија (ЈПНРД) има добиено два мултиплекси за потребите на Националната радио телевизија (МРТВ). Во моментот, тоа емитува дигитален сигнал на 6 канали на МРТВ во стандардна дефиниција и во висока дефиниција. Од 2012 компанијата А1 Македонија има добиено на располагање два мултиплекси на тендерот распишан од АЕК на 09.08.2012 година и обезбедува дигитално емитување на сигналот на приватните телевизии во Република Северна Македонија со национално покривање, како и на телевизиите со регионално покривање.

Преминот од DVB-T кон DVB-T2 технологија ќе бара исто така и промена на корисничката опрема на страна на потрошувачите. Околу 20-22% (според последните извештаи) од потрошувачите ќе бидат директно засегнати со промената на стандардот за дигитално емитување што ќе резултира со нови трошоци за промена на корисничката опрема на страна на потрошувачите или на страна на А1 Македонија кога се работи за корисниците на нивната payTV DVB-T услуга.. Со цел да се заштити населението од некавалитетни електронски производи и да се остане во склад со европските регулативи, потребно е сите електронски уреди за прием и детекција на сигнал од дигитална терестријална телевизија да задоволуваат минимални технички критериуми.

2. Методологија

Според потребните сегменти кои треба да ги опфати Анализата на можностите и потребите за воведување на DVB-T2 во Република Северна Македонија оваа методологија е поделена во 2 фази.

Во **првата фаза** се изведоа разговори со сите засегнати страни: АВМУ, ЈП Национална радиодифузија, А1 Македонија, претставници на приватните радија и ТВ станици за да се види нивното видување на оваа тема, да се забележат проблемите и предизвиците со кои тие се соочуваат и да се генерираат предлози кои може да ја подобрат сликата во овој сегмент. Дополнително, на операторите на дигитални Мултиплекси им беа испратени и подетални прашалници поврзани со постоечката DVB-T мрежа и преминот кон DVB-T2 технологија.

Во **втората фаза** се направи веб базирано истражување за да се утврдат техничките карактеристики на DVB-T2 системот и дигиталните приемници, да се најдат ориентациони цени на чинење на секој дел од системот што треба да се имплементира вклучително и дигиталните приемници, потоа да се дефинира сегментот на домаќинства кои ќе бидат афектирани со промените со цел да се изработат неколку сценарија за имплементација на DVB-T2. Во предвид беа земени и искуствата од околните држави во регионот со цел да се дадат предлози кои ќе бидат издржани и кои ќе може да се имплементираат во Македонија.

На почеток на документот е направен опис на системот за DVB-T2 и неговите технички карактеристики. Потоа следува описот на видео и аудио кодирањето и на транспортниот тек што се користат во DVB-T2, односно формирањето на транспортниот мултиплекс во DVB-T2 согласно со меѓународните препораки. Во следниот дел е дадена анализа на минималните побарувања за приемниците, потоа преглед на ситуацијата во регионот, економска анализа на неколку можни сценарија за имплементација на DVB-T2 технологија.

3. Потребни технички услови што треба да ги исполни системот за терестријално дигитално емитување DVB-T2

DVB-T2 е стандард од втора генерација за дигитална терестријална телевизија, нудејќи значителни придобивки во споредба со DVB-T.

Појавата на DVB-T2 е мотивирана од повисоката спектрална ефикасност која оди заедно со DVB-T2, било да е тоа за премин од аналогна ТВ во DVB-T2, било да е тоа за премин од DVB-T во DVB-T2.

Повисока спектрална ефикасност значи дека со иста количина спектар може да се емитуваат поголем број на програми или ист број на програми но емитувани со повисок квалитет на аудио/видео или квалитет на покривање.

Доколку се користи дополнително подобро кодирање на изворот (MPEG-4, HEVC), се добива извонредна добивка во емитувањето. На пример, Brugger, R., Gbenga-Ilori, A во својот труд [36] докажуваат дека двојно се зголемува бројот на програми што е можно да се сместат во еден мултиплекс (додека се чува истото аудио/видео квалитет). Исто така, преносот на повеќе програми со HD квалитет ќе станевозможен.

Алтернативно, површината на покривање на DVB-T2 предавателот може во голема мера да се зголеми додека се чува константни карактеристики на предавателот, како и режим на прием, квалитет на видео и број на програми.

3.1. Комерцијални барања за DVB-T2

Комерцијалните барања за DVB-T2 дефинирани во ETSI TS 102 831 [23] стандардот вклучуваат:

- Постојните домашни инсталации на антени за прием на DVB-T сигналот мора да бидат способни да го примаат и DVB-T2 сигналот, како и да бидат способни повторно да ги користат постојните предавателна инфраструктура. Оваа барање ја отфрла можноста за разгледување на МИМО техниките за модулација кои би вклучиле и нови приемни и предавателни антени.
- DVB-T2 треба првенствено да ги насочува услугите кон фиксни и преносни дигитални приемници.
- DVB-T2 треба да обезбеди минимум 30% зголемување на капацитетот во однос на DVB-T што работи во рамките на истите ограничувања и услови за планирање како DVB-T.
- DVB-T2 треба да обезбеди подобрени перформанси во споредба со единечната фреквентна мрежа (SFN) со DVB-T.
- DVB-T2 треба да има механизам за обезбедување на робусноста специфична за услугите; односно треба да биде можно е да се дадат различни нивоа на робусност на некои услуги во споредба со другите. За на пример, во рамките на еден канал од 8 MHz, треба да биде можно да се наведат некои услуги за прием

на сигналот со надворешна антена и други услуги за прием на преносни дигитални уреди.

- DVB-T2 треба да обезбеди флексибилност на пропусниот опсег и фреквенцијата. Треба да се дефинира механизам, доколку е можно, за намалување на односот врв кон просек на моќност на пренесениот сигнал со цел да се намалат трошоците за пренос.

3.2. DVB-T и DVB-T2; Што е разликата?

Во споредба со DVB-T, параметрите на DVB-T2 COFDM се проширени и вклучуваат:

- Нова генерација FEC (заштита од грешки) и повисоки модулации (256-QAM) што резултира со зголемување на капацитетот од 25-30%, приближувајќи се до границата на Шенон.
- Зголемување на операторот OFDM од 8k на 32k. Во SFN, заштитниот интервал од 1/16 наместо 1/4 што резултира со надземни добивки од ~ 18%.
- Нови фракции на интервал на заштита: 1/128, 19/256, 19/128.
- Распрскувана оптимизација на пилот според заштитниот интервал (ГИ), континуирано минимизирање на пилотот што резултира со намалување на општите трошоци за ~ 10%.
- Проширување на пропусниот опсег: на пример, за пропусен опсег од 8 MHz, 7,77 MHz наместо 7,61 MHz (добивка од 2%).
- Продолжено мешање, вклучително и мешање на бит, ќелија, време и фреквенција.
- Проширениот опсег на параметри на COFDM овозможува да има многу значителни намалувања на трошоците постигнат со DVB-T2 во споредба со DVB-T, кој се зема заедно со подобреното кодирање за исправување на грешки овозможува да се постигне зголемување на капацитетот до скоро 50% за MFN работа, па дури и повисока за работа со SFN.
- DVB-T2 овозможува и три нови пропусни опсези на сигнали: 1,7 MHz, 5 MHz и 10 MHz.
- Системот DVB-T2, исто така, обезбедува голем број на нови функции за подобрена разноврсност и цврстина под критични услови за прием, како што се:
 - ротирани созвездија, кои обезбедуваат форма на разновидност на модулација, за да помогнат во примање сигнали со повисока стапка на код во напорни канали за пренос,
 - специјални техники за намалување на односот врв-просек на моќност (ПАПР) на пренесениот сигнал што резултира со подобра ефикасност на засилувачи со голема моќност,
 - МИСО режим на пренос користејќи изменета форма на кодирање Аламути.

На физичкиот слој, вклучено е режење (slicing) време што овозможува заштеда на енергија и овозможува различно физички слоеви цевки да имаат различно ниво на робустност. Можно е и под-режење (sub-slicing) во рамка што ја зголемува

разновидноста на времето/длабочината на испреплетување без да ја зголеми меморијата за де-испреплетување(de-interleaving).

3.3. Системски својства на DVB-T2

Во споредба со DVB-T, стандардот DVB-T2 нуди поголем избор на параметрите и шемите за модулација на OFDM. Достапните пропусни опсези исто така се зголемени. Комбинирање на различни модулации шеми со FFT големини и заштитни интервали овозможува изградба на дизајнирани MFN и SFN мрежи за различни апликации: од ниска бит-стапка, но робустен мобилен прием до висока бит-стапка фиксна прием за домашна и професионална употреба.

Овој дел дава краток преглед на параметрите на системот DVB-T2. Повеќе информации за DVB-T и параметрите на системот DVB-T2 може да се најдат во [TR 102 831, EN 302 755, EN 300 744].

3.4. Пропусен опсег

Постојат три дополнителни пропусни опсези во споредба со DVB-T, прикажани во Табела 2.4-1.

DVB-T	DVB-T2
-	1.7 MHz
-	5 MHz
6 MHz	6 MHz
7 MHz	7 MHz
8 MHz	8 MHz
-	10 MHz

Табела 2.4-3-1 Пропусен опсег на канали за DVB-T и DVB-T2

3.5. Големина на FFT

Додека за DVB-T се наведени две големина на FFT, 2k и 8k, DVB-T2 опфаќа 1k, 2k, 4k, 8k, 16k и 32k FFT големина. Табела 2.5-1 ги прикажува достапните големина на FFT за варијантата 8 MHz.

Параметри	Носител	Големина					
		1k	2k	4k	8k	16k	32k
Број на носител K_{total}	нормален	853	1705	3409	6817	13633	27265
	проширен нормален	n/a	n/a	n/a	6913	13921	27841
Вредност на носителот K_{min}	нормален	0	0	0	0	0	0
	проширен нормален	n/a	n/a	n/a	0	0	0
Вредност на носителот K_{max}	нормален	852	1704	3408	6816	13632	27264
	проширен нормален	n/a	n/a	n/a	6912	13920	27840
Број на носители додадени на секоја страна од проширениот нормален носител K_{ext} (види забелешка 2)		0	0	0	48	144	288
Времетраење TU (за T, види Табела 2.3)		1024 T	2048 T	4096 T	8192 T	16384 T	32768 T
Времетраење TU μs (види забелешка 3)		112	224	448	896	1792	3584
Простор помеѓу носители $1/TU$ (Hz) (види забелешка 1 и 2)		8929	4464	2232	1116	558	279
Простор помеѓу носителите K_{min} and K_{max} ($(K_{total}-1)/TU$) (види забелешка 3)	нормален	7.61 MHz	7.61 MHz	7.61 MHz	7.61 MHz	7.61 MHz	7.61 MHz
	проширен нормален	n/a	n/a	n/a	7.71 MHz	7.71 MHz	7.71 MHz

Табела 2.5-1 Параметри за големина на FFT за DVB-T2 / 8 MHz (од [EN 302 755])

Забелешка 1: Нумеричките вредности со закосени букви се приближни вредности.

Забелешка 2: Оваа вредност се користи при дефинирање на пилот -секвенцата и во нормална и во режим на продолжен носач.

Забелешка 3: Вредности за канали од 8 MHz.

Во Табела 2.5-1 параметрите зависни од пропусниот опсег се дадени во функција на ТУ што е функција на елементарниот период Т. Експлицитно прикажани се вредностите за варијантата 8 MHz. Табелата 2.5-2 ги дава апсолутните вредности на Т за сите достапни пропусни опсези. Со овие параметарот може да се пресметаат вредностите за другите пропусни опсези.

Пропусен опсег	1.7 MHz	5 MHz	6 MHz	7 MHz	8 MHz	10 MHz (види заб.)
Основен период Т	71/131 μ s	7/40 μ s	7/48 μ s	1/8 μ s	7/64 μ s	7/80 μ s

Табела 2.5-2 Основен период како функција од пропусниот опсег (од [EN 302 755])

Оваа конфигурација е наменета само за професионални апликации (дигитални приемници) и не е се очекува да бидат поддржани од домашни примачи т.е ТВ уреди со вграден DVB-T2 приемник.

3.6. Шема на модулација и интервал на заштита

Во DVB-T2 стандардот, достапна е 256-QAM како дополнителната шема за модулација (види Табела 2.6-1). Новата техника за заштита од грешки овозможуваат употреба на шеми за висока модулација.

DVB-T	DVB-T2
QPSK	QPSK
16-QAM	16-QAM
64-QAM	64-QAM
-	256-QAM

Табела 2.6-1 Шеми за модулација во DVB-T и DVB-T2

Должина на заштитниот интервал за DVB-T2 зависи од големината на каналот.

3.7. Сценарија за транзиција

3.7.1. Вовед

Кога се префрлаат од аналогни во дигитални преноси, радиодифузерите стекнаа искуство со премин од еден систем во друг. Некои од научените лекции беа:

- поголем процент на гледачи кои зависат од копнената платформа во споредба со други платформи, потежок и подолг е периодот на транзиција;
- За одреден период, потребно е паралелно работење на старата и новата техника;
- Потребна е одредена количина дополнителен спектар за да се постигне транзицијата кон нови и поефикасни техники;
- се бара поттик во однос на дополнителни програми, повисок квалитет на услугата, итн. За гледачите да го прифатат преминот кон нови техники бидејќи тоа може да подразбира надградба на корисничка опрема, за која ќе треба да платат.

Некои од овие аспекти се разгледуваат понатаму во овој дел, што се однесува до општите размислувања работи поврзани со транзицијата кон DVB-T2. Аспектите за одделни земји од регионот се дадени во Поглавје 4 од оваа анализа.

3.7.2. Инфраструктура

За постојната DVB-T2 инфраструктура (од аналогна ТВ или DVB-T) поврзана со антени, јарболи, засилувачи, повторувачи (иако не се ре-предаватели кои повторно генерираат сигнал), итн. страната што пренесува често може да се задржи. На страната на дигиталниот приемник, исто така, може да има постојни антени кои може повторно да бидат користени.

Бидејќи DVB-T2 не е надолно компатибилен со DVB-T, потребни се нови тјунери, односно нови телевизори или барем потребни се дополнителни дигитални приемници (сет топ бокс STB) на страната на потрошувачот. Соодветно на тоа на предавателна страна потребни се модулатори, портали во случај на SFN мрежата, надградба на мрежата за пренос, опрема за мониторинг и евентуално филтри. Најверојатно, тогаш ќе се користи и MPEG-4 или HEVC видео кодирање, иако овој аспект не влијае страната за пренос/прием на RF сигналот.

3.7.3. Планирање на фреквенција

Комерцијалните барања за DVB-T2 предвидуваат во принцип компатибилност со планот GE06. Затоа, можно е да се користат постојните задачи и/или распределби на GE06 планот за имплементацијата на DVB-T2 но мора да се земат во предвид одредени ограничувања.

За транзиција кон DVB-T2, од гледна точка на планирање на фреквенциите најлесен начин е да се искористи постоечката структура на GE06 планот. Притоа не е потребно дополнително ре-планирање на фреквенцијата ниту на национално ниво ниту на меѓународно ниво. Тоа подразбира дека зголемување на капацитетот за податоци

и/или квалитетот на покривање е постигнато со користење на истите карактеристики: моќта на предавателот, позицијата и дијаграмот на антената, итн..

Но, DVB-T2, во принцип, исто така, ќе овозможи радикален пристап во однос на фреквенцијата и мрежно планирање што резултира со уште поголема ефикасност на спектарот. За DVB-T тоа е добро познато големината на SFN е ограничена поради ефектите на самопоместување. Ова ограничување се намалува со DVB-T2 поради поголемите интервали на заштита што доаѓаат заедно со повисоките режими на FFT. Во слично би можеле да бидат постојните концепти за покривање (во однос на капацитетот на податоците и начинот на прием) реализирани со помалку места на предаватели и/или доделување фреквенција.

3.7.4. Премин од DVB-T во DVB-T2

Многу европски земји веќе воведоа DVB-T и имаат или целосно ќе ги прекинат аналогните преноси. За нив миграцијата кон DVB-T2 е можен следен чекор во развојот и имплементација на технологии за емитување на ТВ програми.

DVB-T2 не е компатибилен со DVB-T, така што наглата миграција од DVB-T во DVB-T2 не е можно. Потребни се посоефицирани стратегии за миграција. Вообичаено се смета дека ова миграцијата треба да се заснова на тоа да има дополнителни понуди до потрошувачите за да биде успешен. Овие понуди може да се состојат од дополнителни програми или може да се состојат од различна услуга типови, како што се HDTV.

Општо земено, затоа, за периодот на миграција, потребен е неискористен и/или дополнителен спектар. Ова може да се најде во привремено неискористен спектар, достапен можеби во земјите каде што е DVB-H се смета за неуспешен. Други земји можат да користат достапен VHF спектар за оваа намена.

Понатамошна можност може да биде покомпактната агрегација на DVB-T програмите во постојните мултиплекси (со можно мало губење на квалитетот) за да се ослободи спектарот за дополнителен DVB-T2 мултиплекс. Во исклучителни случаи, исклучувањето на DVB-T ТВ програмите исто така може да се земе во предвид со цел ослободување на спектарот за активирање на DVB-T2 мултиплекс.

Некои радиодифузери можат да ги изберат зголемени можности кои ги нуди DVB-T2 со цел да ги променат или прошират својот програмски концепт/услуга. На пример, промена од опфатот што до сега главно овозможува фиксен прием на пренослив надворешен/мобилен прием. Исто така, можно е обезбедување на подобар квалитет на видео сигналот.

Во земјите кои веќе се префрлија на DVB-T, се наметнува и прашањето за реинвестирање од страна на потрошувачите. И ова може да биде проблем за миграцијата од DVB-T кон DVB-T2. Воведувањето на DVB-T, во последните десет години, беше придружено со потреба потрошувачите да инвестираат во нова опрема за прием на ТВ сигналот или тоа во нивно име да го направат операторите на payTV MUX-ови. Сега, со миграцијата кон DVB-T2, се јавува потреба од нови инвестиции од страна на потрошувачите и/или операторите на payTV MUX-ови пред се во нови

приемници за DVB-T2 сигналот. Ова представува проблем, бидејќи потрошувачите се навикнати на подолги циклуси на обновување на дигиталните ТВ приемници. Стратегијата за воведување на DVB-T2 мора внимателно да се избере со цел DVB-T2 платформата да не ги загуби своите корисници за сметка на останатите платформи за прием на ТВ сигнал како што беше случај во некои земји при преминот од Аналогна ТВ во ДВБ-Т.

Посебна ситуација се јавува во земји кои започнале, но не го завршиле процесот на дигитално работење односно не го завршиле префрлањето од Аналоген ТВ на DVB-T и, во исто време започнуваат со воведување на DVB-T2. Оваа ситуација не е толку невообичаена. Земјите каде што копнената платформа се користи од голем процент од населението како примарно средство за прием нужно ќе има долг преоден рок и тие сега се соочуваат со предизвикот за дополнителна миграција. Во таков случај треба да се избере поинаква стратегија за миграција.

3.8. Дигитален терестријален приемник и дополнителна опрема

3.8.1. Поврзување на дигиталниот приемник

Дигиталниот приемник треба да има барем еден заеднички комерцијално достапен приклучок за антена. Еден пример за референца може да биде IEC 61169-2 [14]. Во софтверот на уредот треба да има можност да се активира моќноста на антената од 5V.

Дигиталниот приемник треба да поддржува мрежна конекција преку RJ 45 (Ethernet IEEE802.3) и/или Wi-Fi (IEEE802.11).

3.8.2. Видео и аудио интерфејси

Во зависност од видот на уредот (IDTV и/или STB), барањата за физички влезни/излезни интерфејси на дигиталниот приемник се:

- Дигиталниот преимник (SetTop Box СТБ) треба да има минимум еден HDMI 1.4b со излезен конектор тип A [6] и треба да поддржуваат HDCP и екрани што се во согласност со барањата за DigitalEurope HD-Ready [30] и мултимедијалниот интерфејс со висока дефиниција [6]. STB со UHDTV поддршка треба да имаат минимум еден HDMI 2.0b [28] излез.
- IDTV со дијагонала на екранот 30 см и погоре треба да има минимум еден HDMI 1.4b [6] влезен интерфејс во согласност со барањата за DigitalEurope HD-Ready [30]. Влезниот интерфејс HDMI се препорачува за IDTV уредите со помала дијагонала на екранот. HDMI излезниот интерфејс се препорачува за IDTV уреди.
- Дигиталниот приемник (СТБ) треба да има S/PDIF интерфејс (оптички или коаксијални излези), во согласност со ISO/IEC 60958-1 [7].
- Дигиталниот приемник (СТБ) треба да има RCA Audio лево (боја - бело) и десно (боја - црвено) конектори за аналоген аудио излез.
- Дигиталниот приемник (СТБ) треба да имаат минимум една компонента видео излез.

3.8.3. DVB-T2 дигитални приемници

3.8.3.1. Општа стандардна усогласеност

Дигиталниот преимник генерално треба да биде во согласност со спецификациите на стандардот DVB-T2 ETSI EN 302 755 [12] со следното ограничување, дека уредите не се обврзани да декодираат ФЕФ, но тие не треба да бидат вознемирувани од нив се додека ја следат шемата опишана во дел 13 од DIGITAL EUROPE White paper: Standardized DVB-T2 RF specifications.

3.8.3.2. Пропусен опсег

Уредот треба да поддржува 7 MHz пропусен опсег во VHF III и 8 MHz пропусен опсег во UHF IV. Не е потребно да поддржува сигнали со пропусен опсег од 1,7 MHz, 5 MHz, 6 MHz или 10 MHz. Уредот треба да поддржува режим за нормален и продолжен носител.

3.8.3.3. Опсег на подесување

Уредот треба да поддржува опсег на подесување 174 - 230 MHz (централни фреквенции 177,5 MHz - 226,5 MHz) и 470 MHz - 790 MHz (централни фреквенции 474 MHz - 786 MHz). Уредите не треба да поддржуваат фреквенции над 694 MHz, туку треба да обезбедат соодветна заштита од пречки од мобилни услуги (на пр. LTE) над 694 MHz.

3.8.3.4. Варијанти DVB-T2 и динамички промени

Уредот треба да може да прима и демодулира DVB-T2 сигнали со која било валидна комбинација од следните параметри како што е наведено во Табела 1 [12]:

Големина на FFT	1K, 2K, 4K, 8K, 16K and 32K
Modulacii	QPSK, 16-QAM, 64-QAM and 256-QAM, all rotated and unrotated
FEC кодови	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5 and 5/6
Заштитен интервал	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128 and 1/4
Pilot Patterns	PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6 and PP7
PLPs	Single PLP, Multiple PLP
	Type 1 and 2

Табела 3.8.3.4-1 DVB-T2 системски параметри

Уредот треба да прима SISO и MISO преноси, модулации со и без ротирачки cosвездија и треба да поддржува употреба на режим на продолжен носач.

Од уредот не се бара да управува со режим на фреквенција на сечење време (TFS).

Стандардот DVB-T2 ETSI EN 302 755 [12] обезбедува можност за навистина огромен број комбинации на параметри на модулација. Меѓутоа, само мала подгрупа се користи при вистинска инсталација или може да биде наведена во индустриските спецификации.

3.8.3.5. Видео поддршка за H.265/HEVC

Дигиталниот приемник треба да ги исполнува условите за 8-битни уреди со 50 Hz H.265/HEVC HDTV како што е дефинирано во ETSI TS 101 154 [9]. Резолуциите за осветленост што треба да се поддржат за приказ на цел екран од уредите се прикажани во Табела 3.8.3.5-1. За да ги исполни горенаведените барања, уредот треба да декодира и правилно да прикаже битстрими H.265/HEVC што се во согласност со главниот профил, главниот степен, Ниво 4.1 како што е дефинирано во Препораката ITU-T H.265 [27].

Резолуција		Пребарување на канали (прогресивно)	Aspect ratio
Хоризонтална	Вертикална		
1920	1080	p50	16:09
1280	720	p50	16:09
960	540	p50	16:09

Табела 3.8.3.5-1 Резолуции за приказ на цел екран од H.265/HEVC HDTV уреди

Сооднос на аспект на излез

DVB-T2 IRD обезбедува удобна корисничка контрола за соодветно префрлување на соодносот помеѓу 4: 3 и 16: 9 за да се прилагоди на приказот со различна големина и сооднос.

Опис на активен формат (AFD)

Кога се користи AFD, DVB-T2 IRD треба правилно да го прикаже соодносот на видеото според моменталната вредност и одговорот на AFD во следната рамка, како што е дефинирано во ETSI EN 101 154 Анекс Б [9] и IDA/MDA TS DVB-T2 IRD Анекс А.

Уредот треба да ги исполнува условите за 10-битни уреди со 50 Hz H.265/HEVC UHD TV (HDR+HFR) според ETSI TS 101 154 v2.3.1. [9]. Оваа опционална поддршка за UHD TV треба да биде означена по желба на производителот со цел да се разликуваат уредите што поддржуваат UHD TV.

3.8.3.6. Аудио поддршка

Дигиталниот приемник секогаш треба да има барем стерео аудио сигнал присутен на секој излез. Ако услугата обезбедува повеќе од еден аудио битстрим, уредот ќе го избере соодветниот аудио битстрим според NorDig Unified v.2.6, дел 6.5 [18].

Уредот треба да може благодатно да се справи со динамичните промени во битстримот според NorDig Unified v.2.6, дел 6.9 [18].

3.8.3.6.1. Кодеци

Уредот треба да може да ги декодира или транскодира следните формати на аудио поток:

- MPEG-1 слој II [2] како што е наведено во TS 101 154, дел 6.1 [9]
- E-AC-3 како што е наведено во TS 101 154, дел 6.2 [9]

- MPEG-4 HE-AAC Ниво на профил 4 [1] како што е наведено во TS 101 154, дел 6.4 [9].

Аудио декодерите треба да поддржуваат стапки на земање примероци според NorDig Unified v.2.6 [18], дел 6.2.

3.8.3.6.2. Аудио излезни формати, транскодирање и AV синхронизација

Дигиталните приемници (СТБ) треба да има излез HDMI и треба да има излез S/PDIF. IDTV треба да има HDMI ARC или S/PDIF излез. Декодирањето или транскодирањето за излезите HDMI, HDMI ARC и S/PDIF се изведуваат според NorDig Unified v.2.6, секција 6.6 и секција 6.8.2 [18].

Дојдовниот моно битстрим ќе се емитува како двостерео сигнал.

Ако уредот е опремен со аналогни излези (на пример, SCART и/или RCA и/или излез за слушалки), тој треба да се однесува како што е опишано во NorDig Unified v.2.6, дел 6.8.1 [18]. Вградените звучници на IDTV и излези за слушалки на уредот (доколку се достапни) треба да се ракуваат како аналогни излези.

Корисникот ќе може да избере дали уредот емитува стерео сигнал (стерео режим) или повеќеканален сигнал (режим на повеќе канали) преку дигиталните излези.

Уредот треба да биде способен за транскодирање на E-AC-3 според NorDig Unified v.2.6, дел 6.2.2 и дел 6.6 [18]. Уредот треба да биде способен за транскодирање на HE-AAC според NorDig, дел 6.2.3 и дел 6.6 [18].

Уредот треба да ги исполнува условите за аудио/видео синхронизација како што е наведено во NorDig, дел 6.7 [18].

3.8.3.7. Пристап до дополнителни услуги

Дигиталниот уред треба да ги поддржува следниве дополнителни услуги:

- **Омилени листи** - Уредот треба да поддржува барем една омилена листа, да понуди можност за креирање / менување на омилени листи, да може да ги преименува омилените листи, омилените листи да бидат во целосна контрола на потрошувачот и да биде независна од менување на позицијата (LCN) на соодветното ТВ канал додаден во омилената листа на потрошувачот.
- **Динамичен PSI & SI** - дигиталниот приемник треба да може да управува со промените во PSI во PMT, CAT и PAT (како што се промените на PID -овите и достапноста на компонентите) на едноставен начин за потрошувачот, да не зависи од промените во табелата со програмски карти (PMT) како што е на пример барањето да се поддржи вклучување и исклучување регионални варијанти на програми од страна на радиодифузерот.
- **Поставување знаци за информации за услугата DVB, EPG, телетекст и преводи** - Дигиталниот приемник треба да ја поддржува табела UTF-8 за прикажување содржини поврзани со Интернет и веб. Поддршката за UTF-8 е потребна само за содржини до кои пристапува веб или HbbTV прелистувач. Исто така, треба да го поддржува стандардниот сет на знаци на уредот како што е наведено во ETSI EN 300 468 Анекс А [4].
- **Телетекст** – Дигиталниот приемник треба да вклучува декодер на Телетекст, како што е дефинирано со ETSI стандардот EN 300 706. Уредот треба да чува кеш

најмалку 200 декодирани страници со цел да го подобри времето за пристап за често користените страници.

- **Преводи** - Уредот треба да поддржува EBU и DVB преводи како што е дефинирано во [3]. Уредот автоматски ги избира достапните преводи врз основа на поставките за корисничките параметри. Кога режимот на превод е активен, треба да остане активен кога се менуваат каналите.
- **Избор на јазик** - Македонскиот јазик треба да биде избран како основен и секундарен јазик по дефиниција, а потрошувачот потоа да има можност да направи промени согласно на неговите желби.
- **Електронски Програмски Водич (EPG)** – Дигиталниот приемник треба да поддржува EPG апликација базирана на DVB-SI според ETSI EN 300 468 [4]. Програмите што носат преводи за DVB за луѓе со оштетен слух и/или дополнителен звук треба јасно да бидат означени во EPG и/или мини -водичи на начин што корисникот може да ги идентификува без да ги бара.
- **Сервис и обработка на информации за настани** - Дигиталниот приемник треба да поддржува обработка на информации за дополнителни услуги и настани. Доколку поддржува, тогаш информациите „Сега/Следно“ за употреба во банер на екранот се изведуваат со употреба на информации од табелите DVB SI EITp/f дефинирани во [4].
- **Родителска контрола** – Дигиталниот приемник мора да има мени за родителска контрола за поставување на прагови на возраст, промена на ПИН и активирање/деактивирање на родителскиот профил. Овие функции треба да бидат заштитени со ПИН.

4. Анализа на сегашната состојба во областа на дигиталното емитување

Во Македонија дигитална терестријална телевизија во DVB-T формат постои од 2009 година, имплементирана од компанијата A1 Македонија (во тоа време One). Оваа компанија има добиено три мултиплекси на тендерот распишан од Агенцијата за електронски комуникации (АЕК) и емитува комерцијални програми од домашно и странско производство во овие три мултиплекси. Јавното претпријатие Национална Радиодифузија (ЈПНД) има добиено два мултиплекси за потребите на ЈП Национална Радио Телевизија (МРТВ). Во моментот, тоа емитува дигитален сигнал на МРТВ во стандардна дефиниција (SD) и во висока дефиниција (HD). Од 2012 компанијата A1 Македонија има добиено на располагање два мултиплекси на тендерот распишан од АЕК на 09.08.2012 година и обезбедува дигитално емитување на сигналот на приватните телевизији во Република Северна Македонија со национално покривање, како и на телевизиите со регионално покривање во 9-те зони на покривање.

Она што е забележливо е дека бројот на регионални ТВ канали кои се емитуваат дигитално терестријално значително опадна со текот на годините делумно затоа што овие ТВ канали престанаа да постојат или се префрлија за емитување преку кабелски и IPTV платформи. Исто така, може да се забележи дека не постои ТВ канал кој се емитува дигитално терестријално во висока резолуција (HD), ниту да има дополнителни услуги како телетекст, електронски програмски водич, повеќе јазично аудио, повеќе јазичен текстуален превод и сл., иако самата платформа ги овозможува овие сите овие функционалности.

Имајќи во предвид дека A1 Македонија оперира 2 MUX-а за free2air дигитално терестријално емитување на само 11 канали и ЈП НД оперира 2 MUX-а за free2air дигитално терестријално емитување на 6-те канали на ЈП Национална Радиотелевизија (МРТВ) во SD и ХД формат произлегува дека и со постоечката DVB-T технологија постои слободен простор којшто сеуште не е искористен. Овој простор дополнително може да се зголеми доколку наместо MPEG4 видео кодирањето се премине на HEVC видео кодирање користејќи ја постоечката DVB-T технологија за пренос на видео сигналот.

Во процесот на премин од аналогно во дигитално емитување на телевизискиот сигнал, компанијата A1 Македонија продаде околу 40-50.000 дигитални приемници кои подржуваат DVB-T стандард за дигитално емитување коишто сеуште се на терен кај потрошувачите. Исто така и државата преку ЈП НРД подели околу 40.000 дигитални приемници кои подржуваа само DVB-T стандард за социјално загрозените домашинства во државата. Дополнително, A1 Македонија сеуште ги користи DVB-T приемниците од SAGEM. Сите овие корисници (20-22% според последните извештаи), се директно засегнати со промената на стандардот за дигитално емитување што ќе резултира со нови трошоци за промена на корисничката опрема на страна на потрошувачите или на страна на A1 Македонија кога се работи за корисниците на нивната payTV DVB-T услуга. Инвестицијата во DVB-T2 дигитален приемник кој може да ги следи само ТВ каналите кои се емитуваат слободно во етерот се проценува на 20-25 EUR по приемник. Имајќи во предвид дека во едно домаќинство има најмалце 2 приемника во просек, тоа се околу 50 EUR/домаќинство инвестиција за гледање на ТВ каналите што за дел од домаќинствата може да биде потенцијален проблем. Исто така, инвестицијата во DVB-T2 дигитални приемници кои подржуваат условен пристап (во случај на A1 Македонија)

е помеѓу 30-40 EUR/ приемник, односно 80 EUR/домаќинство, што за нив исто така ќе претставува голема вкупна инвестиција покрај потребата во инвестиција во предавателната и транспортната мрежа.

Од сего ова произлегува дека доколку не се дефинира стратегијата за воведување на DVB-T2, посебно во делот на комерисијалните услови за користење на дигиталната терестријална платформа, ќе нема интерес ниту од ТВ каналите, ниту од потрошувачите, ниту од операторите на дигиталните терестријални платформи за премин во DVB-T2 формат на емитување.

5. Регионални искуства

Во овој дел ќе направиме преглед на регионалните искуства при имплементацијата на дигиталното терестријално емитување во околните држави. Дел од овие искуства или комбинација на искуствата од неколку држави во регионот може да се искористат и при воведувањето на DVB-T2 технологијата во Република Северна Македонија.

5.1. Хрватска

Во Република Хрватска, миграција на аналогна телевизија во DVB-T се одвиваше од 01.06.2010 до 31.12.2010 при што постоеше едновременно емитување и во двете технологии (simulcast период). Тогаш беа доделени 2 национални и еден регионален MUX на компанијата OiV (функционално сличен на ЈП Национална радиодифузија) за покривање на 9 региони, на колку што е поделена Република Хрватска.

Националните MUX-ови имаат по 4 канали во SD формат, додека регионалните MUX-ови имаат различен број на канали во зависност од регионот (максималниот број е 7 канали во SD формат). Кодирањето на видео сигналот е во MPEG-2 формат.

На 01.11.2012 со работа почнува Evo TV со користење на два дополнителни MUX-a во DVB-T2 формат со MPEG-4 кодирање на видео сигналот. Во моментот емитуваат 60 канала (од кои 9 во HD формат), 54 канала на своите MUX-ови, а 6 канала на вториот MUX на OiV. Каналите во понудата на EvoTV се кодирани и се нудат со дополнителна месечна претплата.

Во Република Хрватска миграцијата од DVB-T на DVB-T2 се одвиваше од 27.10.2020 до 12.12.2020. Бидејќи, во овој случај не беше можно да се дефинира период на едновременно емитување во двата стандарди, ХАКОМ се одлучи за регионален пристап при миграцијата од една во друга технологија, при што помеѓу миграциите од регион во регион имаше неколку денови пауза. Од 3 MUX-a (2 национални и 1 регионален) се мигрира на 2 MUX-a, при што се угасна една фреквенција т.е. еден MUX. Сите телевизии се мигрираа во HD формат на емитување со видео кодирање во HEVC (H.265). Првиот MUX содржи 8 национални канали во HD формат, додека вториот MUX содржи 3 национални канали во HD, до 3 регионални канали и остатокот од просторот се изнајмува на EvoTV кој емитува 6 канала во SD со видео кодирање во MPEG4 формат.

5.2. Србија

На 06.04.2005 година почнаа со емитување на тест во DVB-T технологија со 4 канала во SD формат со MPEG-2 видео кодирање. Сепак, почетокот на дигитализацијата на телевизиското емитување во Република Србија започна во 2014 година при што веднаш се оди со DVB-T2 технологија со MPEG-4 видео кодирање. Периодот на едновременно емитување и во двете технологии (simulcast период) е од 01.11.2014 до 01.06.2015.

Во Република Србија има 3 MUX-a кои се опслужувани од еден оператор (etv.rs, функционално сличен на ЈП Национална радиодифузија). Првиот MUXM е национален (10 ТВ канали, дел од нив во HD), додека вториот MUX е регионален со многу мал број на регионални канали (Во Република Србија има 14 региони за

дигитално терестријално емитување). Третиот MUX е комерцијален и го користи сервисот Антена плус. На овој MUX има 22 канала во SD формат.

5.3. Бугарија

На 01.11.2004 година почнаа со емитување на тест во DVB-T технологија во регионот на Софија. Националниот план на Република Бугарија предвидува три MUX-а. После 2 неуспешни тендера од 2009 година доделен е еден MUX на NURTS (функционално сличен на ЈП Национална радиодифузија). Република Бугарија е поделена на 15 региони за дигитално терестријално емитување. Периодот на едновременно емитување на налаогна и DVB-T2 технологија (simulcast период) е од 01.03.2013 до 1.09.2013. Во моментот се емитуваат 5 ТВ канали со MPEG-4 Видео кодирање. Од 2019 година лиценцата и сервисите на NURTS ги превземе телекомуникацискиот оператор Vivacom. Поради незаинтересираност кон DVB-T технологијата и недоделените 2 MUX-а, во република Бугарија сеуште не се размислува за премин кон DVB-T2 технологија на емитување.

6. Сценарија за воведување на DVB-T2 технологијата

За потребите на анализата направивме неколку сценарија за да ја погледнеме ситуацијата од аспект на операторите на дигитални терестријални мултиплекси имајќи во предвид дека националните и регионалните приватни ТВ канали досега не изразија желба ниту пак имаат економска исплатливост да инвестираат во дистрибуција на нивниот канал во HD формат поради тоа што само 20-22% од домаќинствата гледа терестријална телевизија. Исто така, нивните гледачи досега не покажале и посебен интерес за останатите дополнителни услуги како што е повеќе јазично аудио и суб-титли. Инвестицијата од страна на домаќинствата во нови дигитални приемници кои ја подржуваат DVB-T2 технологијата веќе ја споменавме претходно.

Направивме 2 модела:

- Оператор кој ќе изгради нова DVB-T2 мрежа
- Надградба на инфраструктурата на постоечките оператори на DVB-T2

Под претпоставка дека нема да се менува бројот на ТВ канали во иднина и дека овие канали ќе се емитуваат во SD.

Деталната пресметка на капиталните инвестиции, оперативните годишни трошоци и приходи за секое сценарио е дадена во Додаток 2 од оваа анализа.

6.1. Изградба на нова DVB-T2 мрежа

За да може да се појави нов оператор на дигитален MUX кој ќе изгради DVB-T2 мрежа најпрво е потребно A1 Македонија да се откаже од лиценцата за оператор на free2air дигитални MUX-ови имајќи во предвид дека не постојат слободни фреквенции кои може да се доделат на друг оператор. Притоа новиот оператор ќе треба:

- Да изгради и постави нова Head-End инфраструктура
- Да изгради предавателна мрежа од најмалце 30 предавателни точки во секој регион
- Да изгради транспортна мрежа која ќе го носи сигналот во секоја предавателна станица
- Да изгради столбови или да изнајми место на постоечките столбови на секоја локација од Операторите кои имаат изградено своја инфраструктура на овие локации

Минималната инвестиција за да се постави потребната инфраструктура се проценува на 7 Милиони евра. Од оперативните трошоци најголема ставка е потрошувачката на електрична енергија и изнајмување на инфраструктурата (место на столбови и транспортен капацитет), потоа одржувањето на целокупната опрема и истата се проценува на 700 илјади евра месечно.

Доколку претпоставиме дека приходите од националните и регионалните ТВ канали ќе остане ист како и досега, новиот оператор нема да има економска исплатливост да постави DVB-T2 мрежа во Република Северна Македонија.

Деталната пресметка на капиталните инвестиции, оперативните годишни трошоци и приходи е дадена во Додаток 2 од оваа анализа.

6.2. Надградба на постојните DVB-T мрежи на DVB-T2

Постоечките оператори на дигитален DVB-T MUX моментов немаат потреба да инвестираат во DVB-T2 мрежа од причина што имаат слободен капацитет во моментов, но доколку би се решиле да направат надградба на својата инфраструктура на DVB-T2 во тој случај би требало да ги превземат следниве инвестиции за надградба на 2-та MUX-a:

- Надградба на предавателната опрема
- Надградба на транспортната мрежа за да може да пренесува поголем проток
- Промена на конверторите на сигналот

Оваа инвестиција се проценува на 1.3 Милиони евра и се однесува само за надградба на 2-та DVB-T MUX-a кои ги користат националните и регионалните приватни ТВ канали. Доколку А1 Македонија сака во истовреме да ги надгради и своите 3 payTV MUX-a тогаш инвестицијата е отприлика двојно поголема имајќи во предвид дека користат заеднички локации и за двата вида на дигитални терестријални MUX-ови.

Во случајот на ЈП Национална Радио дифузија, нивната инвестиција во 2-та free2air MUX-a била 2-3 пати поголема имајќи во предвид дека имаат поголем број на локации на кои имаат поставено DVB-T предаватели.

Имајќи ги во предвид и оперативните трошоци и фактот дека годишните приходи ќе бидат како и досега, надградбата на free2air MUX-овите е економски неисплатлива за А1 Македонија, додека за ЈП Национална радиодифузија е непотребна бидејќи имаат доволно капацитет за потребите на ЈП Национална радиотелевизија (МРТВ).

Деталната пресметка на капиталните инвестиции, оперативните годишни трошоци и приходи е дадена во Додаток 2 од оваа анализа.

6.3. Алтернативни технологии

Имајќи во предвид дека 78-80% од домаќинствата гледаат ТВ преку дигитален терестријален прием, од кои што само 1-2% немаат никаква претплата кон било кој оператор и ги гледаат само националните канали кои се емитуваат слободно во етер, не наведува на заклучок дека сателитските, кабелските и IPTV платформите кои работат на територијатана Република Северна Македонија се имаат веќе позиционирано како примарен начин за гледање на телевизија и дека терестријалниот прием може да се третира како алтернатива во случај да нема покривање од другите платформи или да нема економска моќ или потреба кај потрошувачите за следење на поголем број на канали. Дополнително на ова, се повеќе се јавува кај помладата популација и помладите домаќинства потребата само од интернет, додека потребата за гледање на телевизија ја задоволуваат преку гледање на SVOD сервиси (Netflix, Amazon Prime, DAZN, HBO Go, Fox player, Disney + и сл) или преку следење на илегални стримови преку интернет на постоечките канали или преку претплата за гледање на OTT TV (понуда од над

1000 канали) кај илегални оператори кои не подлежат на ниту еден закон. Вредно да се спомене е дека и светски популарните SVOD сервиси (Netflix, Amazon Prime, DAZN, HBO Go, Fox player, Disney + и сл) кои доставуваат содржини до граѓаните на Република Северна Македонија не се регулирани од страна на државата и исто така претставуваат еден вид на нелојална конкуренција на операторите на ТВ платформи и на самите национални и регионални ТВ канали. Дополнително што кај најголемиот дел од нив не постојат можност за гледање на содржините на македонски јазик и на останатите јазици кои се зборуваат во Република Северна Македонија што доведува до констатација дека без соодветна стратегија со која ќе се зачува локалната продукција и ќе се заштитат локалните економски оператори (оператори на ТВ платформи и креаторите на ТВ содржини на македонски јазик) на подолг рок може да донесе проблем. Ова веќе е видливо во делот на спортски содржини кои се емитуваат во живо и кои се недостапни со македонски коментар.

7. Препораки и предлози за можностите за воведување на DVB-T2 технологијата

Од моменталната состојба и направената економска анализа на неколку сценарија во Глава 5, може да се заклучи дека не постои интерес меѓу ТВ станиците, операторите на дигитални мултиплекси и потрошувачите за нови функционалности и содржини кои ќе предизвикуваат потреба за поголем капацитет за дигитално терестријално емитување односно ќе побаруваат премин од DVB-T кон DVB-T2.

Исто така заради законската регулатива во моментот имаме не-ефикасно користење на капацитетот на free2air DVB-T MUX-овите оперирани од ЈП НР и А1 Македонија, бидејќи во 4 MUX-а за free2air дигитално терестријално емитување има 11 приватни ТВ станици (5 национални и 6 регионални) и 6 ТВ канали на ЈП Национална Радио Телевизија во SD и HD формат. Дополнително на ова, А1 Македонија на своите payTV DVB-T MUX-а мора да ги реемитува каналите на ЈП Национална Радио Телевизија. Сето тоа допринесува до неефикасно искористување на овие ограничени ресурси за дигитално терестријално емитување.

За да се надмине оваа ситуација, имајќи ги во предвид и искуствата од Република Хрватска, потребно е да се дозволи на А1 Македонија да ги користи слободните капацитети на free2air MUX-овите кои ги оперираат тие самите и дополнително да може да изнајми слободен капацитет од free2air MUX-овите оперирани од ЈП Национална Радиодифузија. Исто така, А1 Македонија треба да се ослободи од обврската да ги ре-емитува каналите на ЈП Национална Радио Телевизија на своите payTV DVB-T MUX-ови. На овој начин ќе се оптимизира користењето на MUX-овите за payTV и free2Air дигитална телевизија преку DVB-T технологија.

Друг правец во кој може да се размислува е креирање на јавно-приватно партнерство помеѓу ЈП НР и А1 Македонија со цел да се спојат капацитетите на дигиталните мултиплекси, да се оперираат и одржуваат од едно место, да се користат најдобрите локации за емитување, да се намалат оперативните трошоци на двете страни со цел да се добијат пониски цени за емитување кои би привлечеле интерес кај ТВ каналите за дигитално терестријално емитување во HD формат и би генерирало потреба за нови ТВ канали кои би се емитувале дигитално терестријално. За ова би требало да се направи дополнителна студија за да се анализираат детално можностите за имплементација на едно вакво сценарио.

За да се стимулира локалната продукција на македонски јазик и да се креираат поголем број на канали кои би се емитувале дигитално терестријално, потребно е да се овозможат законски измени кои ќе им дозволат на постоечките радиодифузери и на операторите на комуникациски услуги да креираат тематски ТВ канали под услов истите да подржуваат повеќе јазично аудио и суб-титли и би ги имплементирале сите функционалности кои ги подржува DVB-T2 технологијата. Еден од условите би требало да биде и цената по која овие канали би се ре-емитувале на останатите платформи. Ова би требало да биде интересно и за

операторите на тие платформи бидејќи на тој начин би добиле заменски канали на веќе постоечките странски канали и би престанала потребата од набавка на истите во иднина.

8. Заклучоци

Имајќи ги во предвид анализите од техничка и комерцијална природа, го предплагама следниот заклучок:

Се предлага ДА СЕ ВОВЕДЕ DVB-T2 технологијата во 2026 година.

Исто така се предлага во меѓувреме да бидат превземени активности со кои ќе се надминат ризиците наведени во табелата подолу и ќе се создаде потреба и план за воведување на DVB-T2 технологија.

Ри зи к	Опис на ризик	Начин на надминување/ Предлог мерки
1	Слободен капацитет на посотечките MUX-ови во DVB-T технологија	Да се дозволи на А1 Македонија доел Скопје да го користи слободниот капацитет на free2air MUX-овите кои ги оперираат ЈП НР и А1 Македонија вклучување на комерцијални телевизии. А1 Македонија треба да му плаќа надомест на ЈП НР доколку користи капацитети од неговите MUX-ови за свои потреби
		АВМУ да креира стратегија за креирање на национални приватни тематски дигитални терестријални ТВ канали (спортски, музички, филмски, детски) кои би оделе на free2air MUX-овите оперирани од А1 Македонија. Во рамките на стратегијата треба да се дефинираат и бенефициите кои би ги добиле избраните ТВ канали како и начинот и критериумите за нивен избор и обврските кои тие ги превземаат доколку бидат избрани
		АВМУ да предложи законски измени со кои ќе овозможи моменталните радиодифузери да може да креираат тематски дигитални терестријални ТВ канали без тоа да се смета за концентрација на медиумска моќ
		АВМУ да предложи законски измени со кои ќе овозможи моменталните радиодифузери да може да креираат тематски дигитални терестријални ТВ канали.
2	Големата количина на DVB-T приемници која се наоѓа кај потрошувачите	АВМУ да и предложи на Владата на Република Северна Македонија, а таа да ги задолжи Агенцијата за Електронски Комуникации и Царинската Управа да спроведат активности со кои ќе спречат понатамошен увоз на DVB-T приемници и ТВ уреди кои подржуваат DVB-T прием на сигнал
		АВМУ на квартално ниво да добива извештај од А1 Македонија за бројот на дигитални приемници со DVB-T2 функционалност кои тие ги имаат дистрибуирано до своите корисници на payTV MUX-овите
		АВМУ на квартално ниво да добива извештај од Царинска Управа за бројот на DVB-T2 приемници и ТВ уреди кои подржуваат DVB-T2 приемот на сигнал и се увезени во Република Северна Македонија
3	Не е возможно истовремено	АВМУ да организира серија на состаноци со АЕК, ЈПНР и А1 Македонија со цел да се дефинира заеднички акционен план за

емитување на free2air канали во DVB-T и DVB-T2 технологија заради немање на дополнителни фреквенции	премин кон DVB-T2 во кој ќе се дефинираат главните активности: ○ Кога ќе се направи преминот кон DVB-T2? Т.е. после кој % на DVB-T2 уреди на терен треба да се почне со активностите ○ Како ќе се одвива премиот кон DVB-T2? MUX по MUX? Регион за емитување по регион за емитување?
--	--

**Додаток 1: Преглед на дел од DVB-T2 корисничката опрема достапна во
Македонија**

Додаток 2: Анализа на сценарија за имплементација на DVB-T2 во Македонија

Додаток 3: Анализа на одговорите на прашалниците од страна на сите учесници во еко-системот (тв станици, оператори на DVB-T мрежи, регулаторни тела)

Акроними

AAC: Advanced Audio Coding
AC-3: Audio Coding 3 (Dolby Digital)
CAM: Conditional Access Module
CI: Common Interface
DASH: Dynamic Adaptive Streaming over Http
DRM: Digital Rights Management
DVB: Digital Video Broadcasting
E-AC-3: Enhanced AC-3 (Dolby Digital Plus)
EIT: Event Information Table
EPG: Electronic Program Guide
FEF: Future Extension Frames
FFT: Fast Fourier Transformation
HbbTV: Hybrid Broadcast Broadband Television
HDCP: High-bandwidth Digital Content Protection
HDMI: High Definition Multimedia Interface
HE AAC: High Efficiency Advanced Audio Codec
H.265/HEVC: High Efficiency Video Coding
IDTV: Integrated Decoder Television
LCN: Logical Channel Number
MPEG: Moving Pictures Expert Group
MMI: Man Machine Interface
NID: Network Identifier
NIT: Network Information Table
ONID: Original Network Identifier
OSD: On Screen Display

PLP: Physical Layer Pipe
PP: Pilot Pattern
PSK: Phase Shift Keying
QAM: Quadrature Amplitude Modulation
QPSK: Quadrature Phase Shift Keying
SDT: Service Description Table
SI: Service Information
SID: Service Identifier
STB: Set Top Box
TFS: Time Frequency Slicing
TSID: Transport Stream Identifier
TV: Television
UI: User Interface
UHDTV: Ultra-high-definition television (4K UHD and 8K UHD)
USB: Universal Serial Bus

Референци

- [1] ISO/IEC 14496-3 : ISO/IEC: Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 3: Audio, 2009, including Amendment 4 and 5
- [2] ISO/IEC 11172-3: "Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 3: Audio".
- [3] ETSI EN 300 743 V1.5.1: Digital Video Broadcasting (DVB): DVB Subtitling Systems
- [4] ETSI EN 300 468 V1.15.1 (2016-03): Digital Video Broadcasting (DVB): Digital broadcasting systems for television, sound and data services: Specification for Service Information (SI) in Digital Video Broadcasting (DVB) systems
- [5] ETSI TS 101 211 V1.12.1 (2013-12): Digital Broadcasting Systems for Television, Sound and Data Services; Guidelines on the Implementation and Usage of DVB Service Information
- [6] HDMI specifications 1.4b; (2011-10)
- [7] ISO/IEC 60958-1, Digital audio interface – Part 1: General; 2008
- [8] Domestic and similar electronic equipment interconnection requirements: Peritelevision connector
- [9] ETSI TS 101 154 v2.3.1 (2017-02) „Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream
- [10] EN 300 706 V1.5.1: Digital Video Broadcasting (DVB): Enhanced Teletext specification
- [11] ISO/IEC 6937: Information technology — Coded graphic character set for text communication — Latin alphabet; 2001
- [12] ETSI EN 302 755 1.4.1: Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)
- [13] DIGITAL EUROPE White paper: Standardized DVB-T2 RF specifications
- [14] IEC 61169-2, part 2 Radio-frequency connectors. Part 2: Coaxial unmatched connector
- [15] OIPF Release 2 Specification Volume 5 – Declarative Application Environment [V2.3]
- [16] ETSI TS 102 796 Hybrid Broadcast Broadband TV
- [17] ISO/IEC 8859-2: Information technology 8-bit single-byte coded graphic character sets, Part 2: Latin alphabet No. 2
- [18] NorDig-Unified Specification v.2.6: NorDig Unified Requirements for Integrated Receiver Decoders for use in cable, satellite, terrestrial and IP-based networks, 20 January 2017
- [19] Minimum Requirements for DVB-T2 Devices in Germany Date: 04 June 2015

- [20] Recommendation on minimum receiver technical requirements for the reception of DVB-T and DVB-T2 signal in the Republic of Croatia, Version 1.1, 13 September 2011, (available at: <https://www.hakom.hr/default.aspx?id=686>)
- [21] EBU Tech 3348 'Frequency and network planning aspects of DVB-T2', Revision 3, Geneva, November 2013
- [22] Report ITU-R BT. 2254 „Frequency and network planning aspects of DVB-T2“, 11/2013
- [23] ETSI TS 102 831 V1.2.1 (2012-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)
- [24] ETSI TS 102 366 V1.3.1 (2014-08): Digital Video Broadcasting (DVB); Digital Audio Compression (AC-3, Enhanced AC-3) Standard
- [25] NorDig Unified Test Plan for Integrated Receiver Decoders for use in cable, satellite, terrestrial and IP-based networks, NorDig Unified Test plan, ver 2.5.0
- [26] EBU Tech 3344 V2.0 (2015-05): Practical guidelines for distribution systems in accordance with EBU R 128
- [27] Recommendation ITU-T H.265 (04/2015): High efficiency video coding
- [28] HDMI specifications 2.0b (2016)
- [29] IDA/MDA TS DVB-T2 IRD (May 2014)
- [30] DigitalEurope HD Ready. “HD ready” Minimum Requirements, www.digitaleurope.org
- [31] [A122] DVB BlueBook A122 Rev.1, “Frame structure channel coding and modulation for a second-generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)”, DVB, January 2008
- [32] [A133] DVB BlueBook A133, “Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)”, DVB, February 2009
- [33] [A150] DVB Doc. A 150, “Structure and modulation of optional transmitter signatures (T2-TX-SIG) for use with the DVB-T2”, DVB, June 2010.
- [34] [AFM2010] AFM-Report (ARD/ZDF), “Rundfunkrelevante Aspekte der Funkübertragungssysteme DVB-T2 und LTE”, ARD/ZDF, April 2010 (in German)
- [35] [BCP078] EBU Doc. B/BCP 078, “Man-Made Noise in the VHF- and UHF-Frequency Band: Results of Indoor Measurements”, Contribution from IRT, EBU, Geneva, 2005
- [36] Brugger, R., Gbenga-Ilori, A., “Spectrum usage and requirements for future terrestrial broadcast applications” EBU Tech. Rev. 4/2009, EBU, Geneva, 2009
- [37] [BH2003] Brugger, R., Hemmingway, D., “OFDM receivers — impact on coverage of inter-symbol interference and FFT window positioning”, EBU Tech. Rev. 295, EBU, Geneva, 2003

- [38] [BPN005] EBU BPN005 3rd issue, "Terrestrial Digital Television - Planning and Implementation Considerations", EBU, Geneva, 2001
- [39] [BT1877] ITU-R Rec. BT.1877-1, "Error-correction, data framing, modulation and emission methods for second generation of digital terrestrial television broadcasting systems", ITU-R, Geneva, 2012
- [40] [BT2033] ITU-R Rec. BT2033-0, "Planning criteria, including protection ratios, for second generation of digital terrestrial television broadcasting systems in the VHF/UHF bands", ITU-R, Geneva, 2013
- [41] [BT2215] ITU-R Report BT.2215-3 "Measurement of protection ratios and overload threshold for broadcast TV receivers", ITU-R, Geneva, 2012
- [42] [CPRT008] EBU Doc. CPRT 008 Rev1, "Proposed revision of planning criteria and parameter values given in EBU documents", EBU, Geneva, 2004
- [43] [CR262] ITU-R, Circular Letter CR 262 of 11-06-2006, + Addendum 1 of 03-10-2007, + Addendum 2 of 28-07-2008, ITU, Geneva, 2006 - 2008
- [44] [ECC148] CEPT ECC Report 148, "Measurements on the performance of DVB-T receivers in the presence of interference from the mobile service (especially from LTE), CEPT, Copenhagen, 2010
- [45] [ECC049] CEPT ECC Report 049, Annex 3, "Planning Configurations and Reference Networks for DVB-T", CEPT, Copenhagen, 2004