# มาตรฐานความดังในระบบเสียงดิจิทัล
# The Standard of Loudness in Digital Audio System

จิรัฐ มัธยมนันทน์ *[1]
Jirat Matthayomnan *[1]

**บทคัดย่อ**

ปัญหาด้านเสียงในสื่อรวมถึงดนตรีด้วยนั้น คือ การควบคุมระดับความดัง ในยุคหนึ่งของอุตสาหกรรมดนตรี มีการเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Loudness War หรือสงครามแห่งความดัง คือ การที่ศิลปินหรือผู้ผลิตพยายามหรือมุ่งที่จะทำผลงานของตัวเองออกมาให้มีความดังมากที่สุด จนเกิดการแข่งกันในเรื่องความดังของงานเพลงที่ผลิต จนขาดความเป็นดนตรีไป ไม่เพียงแต่ในอุตสาหกรรมดนตรีเท่านั้น ในสื่ออย่างโทรทัศน์เอง ในรายการโฆษณาก็มักจะมีความดังของเสียงมาก รวมถึงในงานสื่อทางด้านอื่น เช่น ภาพยนตร์ ละครหรือข่าว ก็มักจะมีความดังมากเช่นกัน เมื่อเข้าสู่ยุคระบบเสียงดิจิทัล จึงมีการที่จะสร้างมาตรฐานความดังของเสียงในการเผยแพร่ในสื่อดิจิทัลในรูปแบบ(Platform) ที่หลากหลาย เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก ฉะนั้นการที่เราจะเผยแพร่งานดนตรีในยุคปัจจุบันซึ่งเป็นยุคดิจิทัลแล้วนั้นการที่เข้าใจถึงมาตรฐานความดังในระบบเสียงดิจิทัลในสื่อที่จะนำไปเผยแพร่เป็นอย่างดีแล้วนั้น ย่อมจะทำให้งานเสียงหรือดนตรีที่นำเข้าสู่สื่อในรูปแบบนั้นยังคงความสมบูรณ์ของในเรื่องของไดนามิก และคุณภาพของความเป็นดนตรีที่ไม่ต่างจากต้นฉบับ

**คำสำคัญ :** มาตรฐานความดัง / ระบบเสียงดิจิทัล

* corresponding author, email: jirat.tor@gmail.com

[1] อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีสื่อดิจิทัล คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[1] Lecturer in digital media technology, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

**Received:** August 31, 2021 / **Revised:** October 29, 2021 / **Accepted:** November 4, 2021

**Abstract**

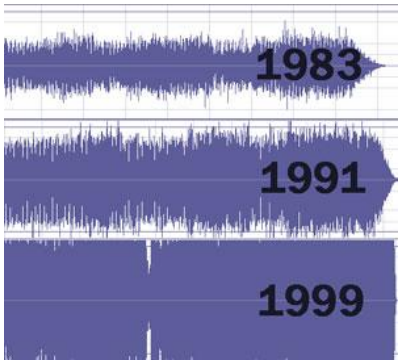
The sound problem in the media, including music, is to control the level of loudness. In one era of the music industry There is a phenomenon called Loudness War is that artists or manufacturers try or aim to do their own work as much as possible. Until the competition in the case of Music work produced Until the lack of music Not only in the music industry only In the media like the television itself In the line list, it is often so loud. Including in other media work, such as movies, drama or news, often being very loud as well When entering the digital audio system Therefore, there is a standard of accumulation of sound in publishing in various digital media of platform to be used as the same standards around the world. Therefore, the fact that we will publish music in modern times Which is a digital age That understands the standards of loudness in digital audio systems in various media That will be well published Inevitably will make the sound or music that bring into the media in that form, still the integrity of the story of dynamic And the quality of music that is no different from the original

**Keywords** : The Standard of Loudness / Digital Audio System

**บทนำ**

ความดัง (Loudness) คืออะไรและมีความสำคัญอย่างไร ทุกวันนี้ปัญหาพื้นฐานด้านเสียงในสื่อรวมถึงดนตรีด้วยนั้นที่สำคัญที่สุด คือ การควบคุมระดับความดัง การบันทึกเพลงจากสมัยก่อนในอดีตมักจะมีเสียงดนตรีที่ฟังออกมาแล้วรู้สึกว่ามีความนุ่มนวลกว่าเพลงป๊อปและร็อคที่บันทึกออกมาในยุคสมัยปัจจุบัน ในยุคหนึ่งของอุตสาหกรรมดนตรี มีการเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Loudness War คือ การที่ศิลปินหรือผู้ผลิตพยายามหรือมุ่งที่จะทำผลงานของตัวเองออกมาให้มีความ

ดังมากที่สุดจนเกิดการแข่งกันในเรื่องความดังของงานเพลงที่ผลิตออกมา ทำให้เพลงที่เกิดขึ้นในยุคนั้นขาดความมีไดนามิค (Dynamic) เพราะเต็มไปด้วยการกดเสียง (compress) เพื่อให้ได้เสียงที่มีความดังมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่นอัลบั้ม Death Magnetic ของ Metallica ในปี 2008 ซึ่งถูกวิจารณ์ว่ามีความดังมากเกินไป จนฟังหาความไพเราะไม่ได้ ซึ่งเป็นผลจากการแข่งขันที่เรียกว่า Loudness War ในอุตสาหกรรมดนตรีนั่นเอง และในขณะที่สื่อทางโทรทัศน์เองก็เช่นกัน เช่น ในรายการโปรโมชันและโฆษณามักจะมีความดังของเสียงมาก รวมถึงงานสื่อทางด้านอื่น เช่น ภาพยนตร์ ละคร หรือข่าว ก็มักจะมีความดังมากเช่นกัน ฉะนั้นจึงไม่ต้องแปลกใจเลยว่าเมื่อเราดูโทรทัศน์ และเมื่อมีการเปลี่ยนช่อง หรือเปลี่ยนรายการ ปุ่มแรกบนรีโมททีวีของเราที่จะปรับ คือ ปุ่มปรับระดับเสียงที่มักจะเป็นปุ่มแรกเสมอ




**ภาพที่ 1** Waves Form ที่อุตสาหกรรมเพลงแข่งขันกัน
ในเรื่องความดังที่เรียกว่าว่า Loudness War ในยุคต่าง ๆ กัน
(ที่มา : https://community.spotify.com/t5/image/serverpage/image-id/3422iCB72E8B7CC0EB241/image-size/original?v=mpbl-1&px=-1)

นับตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของระบบเสียงดิจิทัล วิธีที่ใช้โดยทั่วไปในการกำหนดระดับเสียง คือ การวัดระดับตัวอย่างสูงสุด (sample-peak level) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ถูกทำให้เข้าใจผิดและสับสนได้ง่ายและโดยเฉพาะการมีความพยายามที่จะทำให้ระดับเสียงที่ปรากฏการแสดงผลว่ามีระดับความดังกว่าคู่แข่ง และเหตุนี้เอง

ทำให้ทางผู้ผลิตจำนวนมากและ Mastering Engineer เองนั้นมีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ เช่น compressor, limiter และ maximizer เป็นต้น นำมาใช้กับเสียงในปริมาณที่มากจนเกินไปเพื่อให้งานที่ผลิตออกมาออกมามีความดังที่สุด ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้เสียงที่ได้นั้นมีความไม่แน่นอนในแง่เรื่องของค่าความดัง (Loudness) แต่ยังส่งผลต่อการลดคุณภาพของเสียงที่ได้อย่างมีนัยสำคัญด้วย จึงมีการหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยแทนที่จะวัดจากระดับตัวอย่างสูงสุด (sample-peak level) เปลี่ยนเป็นจะต้องวัดว่าผู้รับเสียงนั้นรับรูปเสียงนั้นจริง ๆ ในส่วนของเสียงอย่างไร (Perceived Loudness) เป็นวิธีแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งเป็นวิธีการวัดระดับความดังยอดนิยมที่เรียกว่า True-peak และเพื่อวัตถุประสงค์นี้มาตรฐานการออกอากาศในหลายประเทศทั่วโลกได้รับการวิจัย พัฒนาและการทดสอบการฟังที่ดำเนินการโดยองค์กรอิสระ เช่น ศูนย์การวิจัยการติดต่อสื่อสาร (CRC) และมหาวิทยาลัยแมคจิว (McGill) ในประเทศแคนาดา รวมถึงผู้ผลิตในวงการภาพยนตร์และดนตรีรวมอย่าง Dolby และ TC Electronic เป็นต้น และนำผลการวิจัยและพัฒนาที่ได้ถูกนำมาใช้ในการกำหนดค่าสมการในการกำหนดค่ามาตรฐานความดังของเสียงนี้

**ข้อกำหนดในมาตรฐานค่าความดัง (Loudness Legislation)**

ในปัจจุบันได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานความดังในการออกอากาศทางโทรทัศน์ในหลายประเทศ เช่น The CALM Act ได้รับการอนุมัติในสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดให้ผู้ออกอากาศในสหรัฐฯต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน ATSC A/85 และในอิตาลีการปฏิบัติตาม EBU R128 ซึ่งได้กลายเป็นกฎหมายแล้ว ในขณะที่ทางฝั่งยุโรปหลายประเทศ เช่น ฝรั่งเศส เยอรมนี สวิสเซอร์แลนด์ ออสเตรีย นอร์เวย์ และสเปนมีเป้าหมายเพื่อให้สอดคล้องกับ R128 ในด้านการผลิตสื่อเสียงทั้งในส่วนของการนำเข้าและส่งผ่าน

ในหลายประเทศทั่วโลกกำลังอยู่ในระหว่างการออกกฎหมายในด้านนี้ และในหลายประเทศก็ได้มีการออกกฎหมายมาบังคับใช้แล้ว ซึ่งเป็นสัญญาณที่ชัดเจนว่าปัญหาดังกล่าวได้เกิดขึ้นกับโทรทัศน์ระบบดิจิทัลและการออกอากาศแบบหลายแพลตฟอร์ม กล่าวอีกนัยหนึ่งไม่ต้องสงสัยเลยว่านี่คือวิถีแห่งอนาคตสำหรับ

ผู้ออกอากาศที่จะต้องเจอและเรียนรู้ปรับตัวให้เข้าใจถึงค่าของความดังในมาตรฐานในหลายรูปแบบ ด้วยมาตรฐานการออกอากาศใหม่และอุปกรณ์ที่เอื้อให้สามารถปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้ได้ ผู้ผลิตรายการออกอากาศในปัจจุบันนี้มีเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงและมีประสิทธิภาพในการที่จะทำงานกับเสียงในเรื่องของความดังและขณะเดียวกันก็ร่วมมือกันในการที่จะต่อต้านและไม่สนับสนุนการเข้าไปเล่นในเกมหรือระบบที่เรียกว่า Loudness War และด้วยมาตรฐานการออกอากาศใหม่นี้ ทำให้การใช้งานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์รุ่นเก่ามีอยู่ กับอุปกรณ์รุ่นใหม่ทำงานร่วมกันได้อย่างลงตัว ในที่สุดเกมการแข่งขันที่เรียกว่า the Loudness Wars ก็จะหายไป ปุ่มปรับระดับเสียงในรีโมทของเราก็คงมีอายุยาวนานขึ้น ในขณะที่ผู้ชมจะได้รับประสบการณ์การฟังที่น่าพอใจมากขึ้น

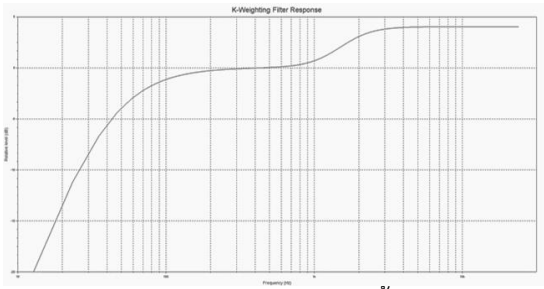
**องค์ประกอบสำคัญของค่าความดัง**

เราจะทำอย่างไรเพื่อที่กำหนดการวัดค่าความดังเพื่อให้สามารถวัดได้ทั้งประสิทธิภาพและความพอใจ สิ่งสำคัญประการแรกจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับองค์ประกอบสำคัญของความดังว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง และแต่ละตัวนั้นบ่งชี้ถึงความสำคัญของอะไร ดังนี้ K-Weighting, LKFS, LUFS & LU, Loudness Range/Program Loudness, Gating, Target levels, True-peak

**K-Weighting**

การวัดระดับเสียงด้วยวิธีการวัดระดับตัวอย่างสูงสุด (sample-peak level) พบว่าถึงแม้จะมีการวัดเสียงสองเสียงเพื่อให้เสียงดังเท่ากันโดยใช้วิธีดังกล่าว แต่ก็ได้รับการยอมรับว่าเป็นเพียงการวัดความแตกต่างกันในแง่ของระดับ(Level) เท่านั้น จึงเกิดจากการศึกษาวิจัยบนพื้นฐานของการทดสอบการฟัง ของศูนย์การวิจัยการติดต่อสื่อสาร (CRC) และมหาวิทยาลัยแมคจิล (McGill) ในประเทศแคนาดา ได้พัฒนาวิธีการวัดระดับเสียงขึ้นอยู่กับการรับรู้เสียงดัง (perceived loudness) แทนที่จะพยายามวัดระดับเสียงด้วยการวัดระดับตัวอย่างสูงสุด (sample-peak level) โดยไม่ต้องใส่รายละเอียดทางเทคนิค ซึ่งเรียกว่า K-weighted filter curve

นำไปประยุกต์เข้ากับช่องสัญญาณเสียงแต่ละช่องซึ่งจะมีสะพานเชื่อมระหว่างการแสดงผลที่ได้และแหล่งกำเนิดของเป้าหมายการวัด วิธีการวัดแบบ K-Weighting นี้เป็นส่วนสำคัญของมาตรฐานแบบเปิดทั่วโลกที่กำหนดโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ : ITU BS.1770 (ปรับปรุงเป็น BS.1770-3 แล้ว)




**ภาพที่ 2** กราฟการวัดค่าระดับความดังการถ่วงน้ำหนักแบบ K-Weighting
(ที่มา :https://forum.audiophile.jp/uploads/default/original/1X/6166f2ffcd17a5227c4f4073022dc03910b5cede.png)

**LKFS, LUFS & LU**

การจะทำการวัดค่าความดังคำศัพท์สามคำที่สำคัญที่ควรจะรู้และทำความเข้าใจอย่างยิ่งก็คือ LKFS, LUFS และ LU ซึ่งคำเหล่านี้มักทำให้เกิดความสับสน เพราะข้อตกลงต่างๆในการใช้ศัพท์มีความคล้ายคลึงกันมากแต่สุดท้ายแล้วโดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายสิ่งเดียวกันนั่นคือ การวัดค่าของความดัง

**LKFS** เป็นคำย่อของ Loudness K-Scale Full Scale และหนึ่งหน่วย (unit) ของ LKFS เท่ากับ 1 เดซิเบล (dB) คำศัพท์ LKFS ใช้ในมาตรฐาน ITU BS.1770 และมาตรฐาน ATSC A / 85 ยังใช้งานได้กับข้อกำหนดนี้กับองค์กรอื่น เช่น European Broadcast Union (EBU) ใช้คำว่า LUFS ซึ่งเป็นคำย่อของ Low Level Full Scale แม้จะมีชื่อต่างกัน LFKS และ LUFS ก็เหมือนกัน คือ ทั้งสองคำอธิบายปรากฏการณ์เดียวกันและเหมือนกับ LKFS 1 หน่วย LUFS 1 หน่วย เท่ากับ 1 dB

ทั้ง LKFS และ LUFS เป็นมาตรฐานการวัดที่แน่นอนและสามารถขยายออกไปได้ โดยขึ้นอยู่กับมาตรฐานการออกอากาศที่ใช้อยู่กับระดับความดังของเสียง

ที่อาจจะเป็นเช่น -24 LKFS หรือ -23 LUFS อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะให้สามารถอ้างอิงกับตัวเลขตามมาตรฐานการวัดแบบเดิม จึงมีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ คือ Loudness Units (LU) ซึ่งทำให้ในปัจจุบันขณะนี้งานบรอดคาสท์ (broadcaster) สามารถตั้งค่าระดับเป้าหมาย (ไม่ว่าจะเป็น -23 หรือ -24) เป็น 0 LU และ LU จะเท่ากับ 1 dB

**ภาพที่ 3** Loudness Meter ของบริษัท Waves

(ที่มา :https://static.bhphoto.com/images/images500x500/waves_wlmplussg_wlm_plus_loudness_meter_1426765630_1130832.jpg)

## Loudness Range (LRA) / Program Loudness

ช่วงความดัง (Loudness Range/LRA) หรือ LRA เป็นการอธิบายช่วงของโปรแกรมโดยรวมโดยเริ่มจากส่วนที่เบาที่สุดไปจนถึงส่วนที่ดังที่สุด ซึ่งเป็นช่วงการวัดด้วย Loudness Units (LU) ซึ่งมีช่วงของความผิดพลาดอยู่ที่ 5% ของระดับสูงสุดและที่ระดับต่ำสุดที่ 10% ของช่วงความดังทั้งหมด ซึ่งจะถูกแยกออกจากการวัดในแบบ LRA

LRA นั้นถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท TC Electronics ซึ่งทาง TC เรียกชื่อว่า Consistency ต่อมาได้รับการรับรองให้อยู่ในมาตรฐานของ EBU R128 และต่อมาก็ได้รับการพิจารณาให้อยู่ในมาตรฐาน ITU ด้วยเช่นกัน

**Program Loudness**

ใช้เพื่ออธิบายถึงความดังโดยเฉลี่ยของเสียง บางครั้ง Program Loudness ก็เรียกว่า Integrated Loudness ซึ่งอธิบายผลโดยใช้หน่วย LUFS หรือ LKFS

Loudness meters หรือมิเตอร์วัดความดังนี้จะแสดงอยู่ในแบบ EBU Mode โดยแสดงผลรวมของค่าความดังทั้งหมดที่ตัวโปรแกรมนั้นกำลังวัดอยู่

**Gating**

Program Loudness วัดคำนวณระดับความดังเฉลี่ย อาจจะทำการวัดได้ไม่ถูกต้องเสมอไปเนื่องจากเหตุการณ์บางอย่าง เช่น ความเงียบ (หรือเสียงพื้นหลังมีความเบา) ในภาพยนตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อพารามิเตอร์ Program Loudness ดังนั้น gating จึงถูกนำมาใช้เพื่อที่จะทำการหยุดการวัดชั่วคราวเมื่อระดับเสียงลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ -10 LU ประโยชน์จากการวัดโดยมี Gating นี้จะช่วยให้การวัดระหว่างงานประเภทที่มีความแตกต่างกันมาก มีความกลมกลืนและเข้ากันได้มากยิ่งขึ้น เช่น ภาพยนตร์หรือดนตรีคลาสสิค กับงานโฆษณาหรือเพลงป๊อบทั่วไป และเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการออกอากาศประเภทต่าง ๆ ของเนื้อหาของโปรแกรมที่มีระยะเวลาที่แตกต่างกันอย่างมาก เช่น ภาพยนตร์ที่มีความยาว 2 ชั่วโมง และงานโฆษณาที่มีความยาว 20 วินาที ฉะนั้นจึงต้องสามารถจัดการกับระดับความดังได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด Gate จึงเป็นเครื่องมือในการจัดการเรื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างมาก

**Target Levels**

คือค่าระดับเป้าหมายที่จะระบุไว้ในมาตรฐานการออกอากาศแบบต่าง ๆ แต่จะแตกต่างกันไปเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน ATSC A / 85 จะอยู่ที่ -24 และ ใช้แบบ LKFS ขณะที่มาตรฐาน EBU R128 กำหนดระดับเป้าหมายอยู่ที่ -23 และใช้แบบ LUFS หนึ่งในสาเหตุของความแตกต่างนี้คือมาตรฐาน R128 ใช้ Gate way ดังกล่าวข้างต้นซึ่งทำให้มีการวัดค่ามากที่สุดเท่ากับ -24 LKFS / LUFS โดยไม่มี Gate แต่ยังเป็นประโยชน์มากสำหรับการจัดเรียงความดังในแนวรูปแบบต่าง ๆ

**True-Peak**

ตั้งแต่เกิดมาตรฐานของการวัดความดังขึ้นมา ต่างก็ใช้วิธีการและขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมที่จะต้องการจะวัด โดยสร้างขึ้นจากการศึกษา การรับรู้ ในแบบของแต่ละที่ที่กำหนดกันขึ้น ซึ่งในทางทฤษฎีเนื้อหาของโปรแกรมที่สอดคล้องกับ LRA ที่กำหนดและ Program Loudness ของมาตรฐานการออกอากาศบางประเภทอาจเป็นเรื่องที่เกินพิกัดถ้าใช้วิธีแบบดั้งเดิม (quasi-peak หรือ sample-peak) ดังนั้นการทำให้เป็นมาตรฐานอย่างหนึ่ง และเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานการออกอากาศที่มีอยู่จำนวนมาก และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด ผู้ออกอากาศจะต้องใช้เครื่องวัดที่มีมาตรฐาน true-peak ในการวัด เครื่องวัดความดัง (Loudness Meter) ในหลายยี่ห้อผู้ผลิตส่วนใหญ่จะมี true-peak meter ติดตั้งมาพร้อมเลยและค่า setting ใน true-peak meter เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของอัลกอริทึมพิเศษที่อยู่ใน sample-peak meters ที่ทางบริษัท TC Electronics คิดค้นขึ้น ซึ่งมันไม่เพียงแต่สามารถดูค่าของผลการวัด (actual samples) ที่เกิดขึ้นเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังรวมถึงค่าที่อยู่ระหว่าง sample peak ด้วย (inter sample peaks) ในการวัดที่เกิดขึ้น true-peak meter อาจจะแสดงค่าสูงสุด (peaks) ที่ระหว่าง actual samples ที่อาจผิดเพี้ยนได้ ดังนั้น true-peak meter จึงแสดงค่าสูงกว่า 0 dB ดังนั้นการอ่านโดยใช้เครื่องวัดแบบ sample-peak meter ที่แสดงได้สูงสุดที่ - 0.2 dB แต่ในการอ่านค่าแบบ true-peak meter อาจจะแสดงไปถึง +3 dB เลยก็ได้

**ภาพที่ 4** True-Peak Meter ของบริษัท TC Electronics

(ที่มา :https://mediadl.musictribe.com/media/sys_master/images/h9c/hda/8837899190302.jpg)

**มาตรฐานในการออกอากาศ (Broadcast Standards)**

มีมาตรฐานข้อกำหนดในการออกอากาศอยู่จำนวนมากในแต่ละประเทศบนโลกนี้ในที่นี้จะสรุปเป็นภาพรวม รวมทั้งรายละเอียดของแต่ละมาตรฐานให้ได้ทราบพอสังเขปในหลายประเทศได้ออกกฎหมายในเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานการออกอากาศที่เฉพาะเจาะจงขึ้นมาใช้เป็นข้อกำหนดใช้แล้ว ในขณะที่บางประเทศก็ยังอยู่ในขั้นตอนของการออกกฎหมายในประเทศไทยเองทางสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ก็ได้ออกข้อกำหนดบังคับใช้ค่ามาตรฐานความดังของสื่อวิทยุและโทรทัศน์ในประเทศไทย โดยได้นำเอาค่ามาตรฐานตามข้อเสนอแนะของสหภาพการกระจายเสียงและแพร่ภาพแห่งยุโรป (European Broadcasting Union) EBU R 128 “Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals” เข้ามาใช้ใช้เป็นค่ามาตรฐานในการกำหนดค่าความดังในประเทศไทยดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

มาตรฐานข้อกำหนดในการออกอากาศโดยสังเขปมีดังนี้

**ITU BS.1770-3**

ย่อมาจาก The International Telecommunication Union's BS.1770 เป็นหนึ่งในมาตรฐานการออกอากาศที่สำคัญที่สุดเนื่องจากมาตรฐานอื่น ๆ มีพื้นฐานมาจากมาตรฐาน ITU เกี่ยวข้องกับการกระจายเสียงและการวัดระดับ True-Peak ส่วนความดังจะขึ้นอยู่กับการวัด Level โดยใช้ K-weighting ซึ่งเป็นการถ่วงน้ำหนักเฉพาะที่พัฒนาขึ้นโดย Communications Research Center (สถาบันวิจัยของรัฐบาลกลางในออตตาวาประเทศแคนาดา) มีวิธีในการวัดที่ค่อนข้างง่าย แต่การทดสอบใช้การฟังที่ซ้ำแล้วซ้ำอีก และได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นอิสระ ส่วน True-Peak ของมาตรฐานได้รับการระบุโดย AES SC-02-01 มาตรฐานการออกอากาศที่อิงตามมาตรฐาน ITU BS.1770 ได้แก่ ATSC A / 85 (สหรัฐฯ) EBU R128 (ยุโรป) OP-59 (ออสเตรเลีย) และ TR-B32 (ญี่ปุ่น)

ต่อมาในปี 2011 ได้รับการปรับเป็น ITU BS.1770-2 ซึ่งได้รับการรับรองจากมาตรฐาน R128 ที่กำหนดโดย European Union Broadcast Union (EBU)

ในปี 2012 ได้รับการปรับอีกครั้งเพื่อให้กลายเป็นเวอร์ชั่น BS.1770-3

ITU BS.1770 เริ่มเผยแพร่เมื่อปี ค.ศ. 2006

ITU BS.1770-2 เริ่มเผยแพร่เมื่อเดือนมีนาคม ปี ค.ศ. 2011

ITU BS.1770-3 เริ่มเผยแพร่เมื่อเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2012

**EBU R128**

เกิดจากกลุ่มบุคคลที่เรียกตัวเองว่า กลุ่ม P/LOUD ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ The European Broadcasting Union (EBU) ได้กำหนดมาตรฐาน R128 ตาม ITU BS.1770 อย่างไรก็ตามกลุ่มยังได้เพิ่มเครื่องมือใหม่เข้ามา ซึ่งช่วยให้เพิ่มความมั่นใจและความน่าเชื่อถือในการวัดความดังของเสียงที่มีการข้ามรุ่นและประเภทของเนื้อหาของโปรแกรมบางส่วนของเครื่องมือเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ใน ITU รุ่นที่ปรับปรุงแล้วในมาตรฐาน ITU BS.1770-3

โดยทั่วไปมาตรฐาน R128 นั้นนำมาจากข้อมูล 4 ชุด ได้แก่ EBU Tech 3341 EBU Tech 3342 EBU Tech 3343 และ EBU Tech 3344

**EBU Tech 3341**

เป็นสเปคของการวัดความดังในโดเมนของ R128 ที่ค่อนข้างง่าย เครื่องวัดความดังใช้โหมด 'EBU Mode' ซึ่งต้องมีการปฏิบัติตามเกณฑ์ ดังนี้ ต้องมีสเกลการวัดได้ 3 แบบ ได้แก่ Momentary (M), Short-term (S) และ Integrated (I) (อ้างถึง Program Loudness ในทุกการวัดแบบเรียลไทม์) แบบเรียลไทม์พร้อมโหมด EBU ต้องสามารถแสดงเครื่องวัดเวลาสามแบบได้แม้ว่าจะไม่จำเป็นในเวลาเดียวกัน และต้องสามารถแสดงค่าสูงสุดของความดังชั่วคราว (Momentary Loudness) ซึ่งจะทำการตั้งค่าใหม่เมื่อ Program Loudness กำลังอยู่ในโหมด reset

การวัดความดังชั่วคราว (Momentary Loudness) ต้องทำการวัดค่าได้เสร็จสิ้นโดยใช้เวลา 0.4 วินาที ในขณะที่การวัดระดับความดังระยะสั้น (Short-term Loudness) จะต้องวัดค่าได้เสร็จสิ้นโดยใช้เวลา 3 วินาที

นอกจากนี้มิเตอร์วัดของโหมด EBU ต้องสามารถแสดง LRA (Loudness Range) ซึ่งเป็นการวัดค่าของความดังแบบ Variation ในภาพรวมของทั้งหมด ซึ่งพารามิเตอร์นี้เป็นส่วนเสริมสำหรับการวัดความดังโดยรวม (Program Loudness)

ข้อกำหนดที่ใช้ในการแสดงการวัดคือ LU (Loudness Units) และ LUFS ซึ่งเหมือนกับ LKFS (Loudness K-weighted Full Scale) ที่ใช้เป็นอีกหนึ่งมาตรฐานในการออกอากาศด้วย ค่าความดังมาตรฐานของ EBU R128 เท่ากับ -23 LUFS

**EBU Tech 3342**

เป็นสเปคของการวัดความดังโดยใช้พื้นฐานบน audio normalization ซึ่งใช้กับการวัดในแบบ EBU Tech 3342 ระดับความดังเฉลี่ยของเสียงหรือ Program Loudness จะต้องใช้ร่วมกันและทำงานพร้อมกันระหว่าง Maximum True-peak และ Loudness Range (LRA) เพื่อให้ค่าที่วัดได้สอดคล้องกับข้อกำหนด R128

LRA จะถูกกำหนดโดยการวิเคราะห์เสียงดังและส่วนที่เบาที่สุดของโปรแกรม อย่างไรก็ตามค่าที่ต่ำกว่า 10% จะไม่ถูกนำมาคิด เช่นเดียวกับค่าที่มากกว่า 95% ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์บางอย่าง เช่น การยิงปืนแบบนัดเดียว ความเงียบที่นานต่อเนื่อง เป็นต้น

**EBU Tech 3343**

ข้อมูลชุดนี้จะอธิบายถึงเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการผลิตและการใช้งานตาม EBU R128 ทั้ง Program Loudness, LRA และ True-peak Metering ถูกนำมาใช้ในการจัดการความดังในขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิต

**EBU Tech 3344**

ข้อมูลชุดนี้จะอธิบายถึงวิธีการทำให้ความดังเป็นปกติสม่ำเสมอ (loudness normalize) เมื่อเนื้อหาของโปรแกรมถูกส่งไปยังแพลตฟอร์มผู้ใช้ปลายทางต่าง ๆ ที่หลากหลายแตกต่างกัน รวมทั้งวิทยุโทรทัศน์และอุปกรณ์พกพาในรูปแบบต่างๆ เช่น ระบบเสียงสเตอริโอและระบบเสียงเซอร์ราวด์ 5.1 ด้วย

**ATSC A/85**

ATSC A / 85 ได้ประกาศโดยคณะกรรมการระบบโทรทัศน์ขั้นสูงในปี 2009 และใช้กับระบบการออกอากาศของโทรทัศน์ดิจิทัลของสหรัฐอเมริกา A/85 มาจาก ITU-R BS.1770 Loudness และค่ามาตรฐานของ True-peak level โดยระบุจุดเริ่มต้นของการทำให้เป็นเสียงระดับปกติ (normalization) สำหรับโปรแกรมปกติทั่วไป แต่สำหรับโฆษณาและโฆษณาคั่นระหว่างรายการจะถูก normalization ระดับความดังของเป้าหมายที่ -24 LKFS

A/85 ยังรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบสภาพแวดล้อม โดยฟังก์ชันการทำงานมีลักษณะคล้ายกับระบบ Dolby และจะแตกต่างจาก EBU R128 โดย A/85 เน้นเฉพาะบนแพลตฟอร์มโทรทัศน์ระบบดิจิทัลและตัวแปลงสัญญาณ AC3 เท่านั้น ปัจจุบัน A/85 ใช้มาตรฐาน ITU BS.1770-3 สำหรับใช้ในการวัดโปรแกรมทั้งหมด

**TR-B32**

TR-B32 เป็นมาตรฐานการออกอากาศของญี่ปุ่นซึ่งสร้างขึ้นจาก ITU BS.1770-2 ระดับความดังเป้าหมายของระบบนี้คือ -24 LUFS / LKFS ซึ่งเมื่อเทียบกับระดับเป้าหมายของ EBU R128 จะอยู่ที่ LUFS -23

**OP-59**

เป็นหน่วยข้อมูลที่ใช้โดยโดย FreeTV ของ Australia โดย OP-59 มีรากฐานมาจาก BS.1770 Loudness และ True-peak level โดยใช้การวัดแบบ Full mix จากโปรแกรมทั้งหมดโดยเลือกตัดเอา short form ของแต่ละโปรแกรม

**ข้อกำหนดของมาตรฐานค่าความดังในประเทศไทย**

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ(กสทช.) ได้กำหนดบังคับใช้ค่ามาตรฐานความดังของสื่อวิทยุและโทรทัศน์ในประเทศไทย โดยได้นำเอาค่ามาตรฐานตามข้อเสนอแนะของสหภาพการกระจายเสียงและแพร่ภาพแห่งยุโรป (European Broadcasting Union) EBU

R 128 “Loudness normalization and permitted maximum level of audio signals” เข้ามาใช้ใช้เป็นค่ามาตรฐานในการกำหนดค่าความดังในประเทศไทย ดังนี้

**1. ระดับความดังเฉลี่ย (Program Loudness Level)** มีค่าอยู่ที่ -23 LUFS (Loudness Units, referenced to Full Scale) ค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±0.5 LU (Loudness Unit) เว้นแต่ รายการที่ไม่สามารถรักษาระดับความดังเฉลี่ยให้มีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±0.5 LU หรือรายการที่ผู้ประกอบกิจการโทรทัศน์มิได้เป็นผู้กำหนดระดับความดังในการออกอากาศด้วยตนเอง อาจอนุโลมให้มีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±1 LU

**2. ระดับความดังสูงสุด (Maximum Permitted True Peak Level)** มีค่าไม่เกิน -1 dBTP (dB True Peak) ทั้งนี้ การวัดระดับความดังดังกล่าวให้เป็นไปตามเอกสารของสหภาพการกระจายเสียง และแพร่ภาพแห่งยุโรป (European Broadcasting Union) EBU Tech 3341 “Loudness Metering : “EBU Mode” metering to supplement loudness normalization in accordance with EBU R 128” หรือตามข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunications Union) ITU-R BS.1770 “Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level”

ทั้งนี้คือตลอดทั้ง Program ซึ่งเป็นค่า Loudness range ในมิเตอร์ ไม่ใช่ค่า Integrated และเป็นมาตรฐานที่กำหนดใช้ในประเทศไทยเท่านั้น ส่วนการวัดระดับความดังดังกล่าวให้เป็นไปตามมาตรฐานของสหภาพการกระจายเสียงและแพร่ภาพแห่งยุโรป (European Broadcasting Union) ซึ่งใช้ Meter มาตรฐาน EBU R128 หรือที่เรียกว่า R128 Ref ซึ่งมี Meter ในการอยู่ด้วยกันสองแบบคือ

1. Meter ในแบบค่า LU
2. Meter ในแบบค่า LUFS

ซึ่ง Meter แบบ LU เราเรียกว่า EBU+9 Meter ซึ่งจะให้ค่าที่เป็น Relative ส่วนแบบ LUFS จะให้ค่าที่เป็น Absolute นั่นเอง

**ข้อกำหนดความดังของสื่อดิจิทัลในยุคปัจจุบัน**

ความดังสูงสุดของระบบดิจิทัล คือ 0dBFS ซึ่งมีค่าเป็น Full Scale Meter ซึ่งวัดค่าเป็น True peak เท่านั้น นี่คือความดังที่สูงที่สุดในระบบดิจิทัล ในส่วนของค่าอื่นนั้นไม่ได้มีการกำหนดไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทรูปแบบของข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ หากมีการกำหนดก็จะเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์บางอย่างทั้งนี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดอื่น ๆ ขององค์กรหรือหน่วยงานที่กำกับดูแล ทั้งนี้มิได้หมายถึงคุณภาพเสียง เป็นเพียงแต่ข้อกำหนดทางเทคนิคเท่านั้น

**ความดังของ YouTube และ Apple Music**

**1. YouTube** ในส่วนของ YouTube นั้นยังไม่มีการประกาศและกำหนดความมาตรฐานค่าความดังของเสียงออกมาอย่างเป็นทางการ มีเพียงแต่การทดลองใช้ในหมวดเพลงโดยหลังจาก Encode แล้วตัวโปรแกรมจะหาค่าความดังเฉลี่ยปัจจุบันที่ -13 LUFS ตลอดทั้ง Program ซึ่งก็ไม่สามารถทราบได้ว่าในอนาคตจะมีการสรุปเป็นค่ามาตรฐานเช่นไรต่อไป

**2. Apple Music** ในส่วนของ Apple music นั้น อันที่จริงก็ไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานเช่นกัน ซึ่ง Apple music ยังคงรับและจำหน่ายเพลงในทุกระดับความดัง เพียงแต่มีการกำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมในการทำ Sound check ซึ่งเป็นฟังก์ชันหนึ่งของโปรแกรม เพื่อใช้ในการตรวจสอบความดังเฉลี่ยของเสียงเพื่อที่จะได้ให้ผู้ใช้สามารถฟังเพลงในแทรคเก่าและแทรคใหม่ที่มีความดังต่างกันได้อย่างเท่าเทียมกัน และสะดวกสบาย ซึ่งก็ไม่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน BS.1770 แต่เป็นไปตาม Algorithm ของ Apple เท่านั้น ซึ่ง Apple ได้กำหนดไว้ที่ -16.2 LUFS และได้ประกาศในงานสัมมนาทางวิชาการของ AES (Audio Engineering Society) ตั้งแต่ปี 2009 ซึ่งเป็นที่เปิดเผย และมิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจทานก็จะเป็น Meter ตามมาตรฐาน BS.1770-3 scale

อีกส่วนหนึ่งที่ต้องเข้าใจก็คือการทำ Apple Digital Masters ในส่วนนี้ก็เช่นกัน Apple ไม่ได้กำหนดในเรื่องของความดัง หรือ Loudness unit เพียงแต่เป็นข้อแนะนำในเชิง Technique และเป็นรูปแบบที่ Apple กำหนดขึ้นเองเพื่อเป็น

ทางเลือกแก่ ค่ายเพลง ศิลปิน และหรือเอ็นจิเนียร์ โดยทั้งนี้ Apple ได้สรุปเนื้อหาเป็นประเด็นและอธิบายไว้ในเอกสารของ Apple เพื่อให้เข้าใจทั้งในส่วนของหลักการและเหตุผลเพื่อเป็นทางเลือกในการรักษาคุณภาพของเสียงนั่นเอง การทำ Apple Digital Masters นั้น Apple ไม่ได้กำหนดว่าต้องดังเท่าไหร่ เพียงแต่ได้แนะนำให้มีการทำเบาลงมาเพื่อคง Dynamic ของเพลงไว้ แต่นั่นก็ไม่ได้กำหนดเป็นตัวเลขแต่ประการใด

ในส่วนของ True peak ก็เช่นกัน Apple ก็ไม่ได้กำหนดว่าจะต้องดังไม่เกิน -1 dBFS เพียงแต่ Apple แนะนำว่าไม่ควรเกินก็เท่านั้น เพราะเหตุผลทางด้านเทคนิค เช่น ในการเข้ารหัส และการถอดรหัสนั่นเอง แต่สิ่งที่ Apple แนะนำคือไม่ควรเกิน On Sampler cliping คือ ไม่ควรมีการขาดหายทางสัญญาณดิจิทัล (Digital Cliping) นั่นเอง รวมไปถึงหากเป็นไปได้ก็ไม่ควรมี Inter Sampler Cliping ซึ่งหากทำได้เช่นนี้ก็จะเป็นผลดีต่อการฟัง รวมทั้งต่อ Encode และ Decode ในการแปลง DA ด้วยเช่นกัน

ในปัจจุบันค่ามาตรฐานความดังในสื่อดิจิทัลที่ให้บริการสตรีมมิ่งมีการปรับเสียงให้เป็นค่าความดังของเป้าหมายสำหรับการทำให้เป็นมาตรฐานแตกต่างกันไปตามแพลตฟอร์มของแต่ละผู้ให้บริการ สรุปได้โดยสังเขป ดังนี้

**ตารางที่ 1** มาตรฐานความดังในสื่อดิจิทัล

| บริการ | ความดัง (LUFS ) |
|---|---|
| **Spotify** | -13 ถึง -15 LUFS |
| **Apple Music** | -16 LUFS |
| **Amazon Music** | -9 ถึง -13 LUFS |
| **YouTube** | -13 ถึง -15 LUFS |
| **SoundCloud** | -8 ถึง -13 LUFS |
| **Tidal** | -14 LUFS |

(ที่มา : https://www.masteringthemix.com/blogs/learn/76296773-mastering-audio-for-soundcloud-itunes-spotify-and-youtube)

**สรุป**

การที่โลกในยุคปัจจุบันเป็นโลกของสื่อดิจิทัลโดยสมบูรณ์ สื่อหลายอย่างได้ปรับเปลี่ยนมาตรฐานให้เข้าสู่รูปแบบของดิจิทัล สื่อเสียงเองก็เช่นกัน ได้มีปรับการตั้งค่ามาตรฐานความดังในการเผยแพร่ในสื่อรูปแบบที่หลากหลาย และดนตรีเองก็เป็นหนึ่งในสื่อเสียง ในเมื่อดนตรีก็ต้องมีการเผยแพร่ออกสู่สื่อซึ่งในปัจจุบันนั้นล้วนเป็นรูปแบบของดิจิทัลทั้งหมด การนำไฟล์เพลงซึ่งเป็นข้อมูลทางดิจิทัลเพื่อนำเข้าเผยแพร่ในแพลตฟอร์มของสื่อ เช่น Youtube, Apple Music เป็นต้น จำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญต่อระดับมาตรฐานความดัง(LUFS) ของไฟล์เพลงที่จะส่งออกไปเผยแพร่ให้ตรงตามค่ามาตรฐานของสื่อในแต่แพลตฟอร์มกำหนดไว้ หากส่งไฟล์ที่มีค่ามาตรฐานความดังสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่ามาตรความดังที่สื่อแพลตฟอร์มนั้นได้กำหนดไว้ อาจจะส่งผลต่อคุณภาพของเสียงที่จะส่งออกไป

ฉะนั้นการที่จะสามารถนำเสนอดนตรีออกสู่สื่อดิจิทัลในหลายแพลตฟอร์มโดยที่ไม่สูญเสียความไพเราะและไดนามิคทางดนตรีที่เต็มอิ่มเหมือนต้นฉบับ จำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงรูปแบบค่ามาตรฐานความดังของสื่อในแพลตฟอร์มต่าง ๆ ที่จะนำเพลงหรือดนตรีนั้นเข้าไปนำเสนอโดยแพลตฟอร์มนั้นอย่างเข้าใจ เพราะปัจจุบันนี้ดนตรีเองก็เข้ามาสู่ยุคดิจิทัลแพลตฟอร์มโดยสมบูรณ์แบบแล้ว

**บรรณานุกรม**

จิรัฐ มัธยมนันทน์. (2560). ProTechniques : Digital Audio. **The Absolute Sound Stage**. 16(189), 56 - 59.

**ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ.** (2558). [ออนไลน์]. ได้จาก : https://broadcast.nbtc.go.th/data/document [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2564].

**Apple Digital Masters: Music as the Artist and Sound Engineer Intended.** (2563). [ออนไลน์]. ได้จาก : https://www.apple.com/apple-

music/apple-digital-masters/docs/apple-digital-masters.pdf. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2564].

**Broadcast Standards.** (2563). [ออนไลน์]. ได้จาก : https://www.tcelectronic.com/sbroadcast-standards. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2564].

Gebre Waddell. (2013). **Complete Audio Mastering: Practical Techniques.** New York: McGraw-Hill Education.

Jennifer Burg, Jason Romney, Eric Schwartz. (2016). **Digital Sound & Music: Concepts, Applications, and Science.** Portland Oregon : Franklin, Beedle & Associates Inc.

**Loundness Explained**. (2563). [ออนไลน์]. ได้จาก : https://www.tcelectronic.com/loudness-explained.html. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2564].

**Loudness War: Alternative Mix.** (2563). [ออนไลน์] ได้จาก : https://community.spotify.com/t5/Closed-Ideas/Music-Loudness-War. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2564].

**Mastering for Soundcloud, Spotify, iTunes and Youtube. – Mastering The Mix.** (2564). [ออนไลน์]. ได้จาก : https://www.masteringthemix.com/blogs/learn/76296773- mastering-audio-for-soundcloud-itunes-spotify-and-youtube. [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2564].