บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านมุมมอง และการจัดที่นั่งสำหรับการชม

การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมุมมอง ได้ทำการศึกษาเฉพาะทฤษฎีที่อยู่ในกรอบของประสิทธิภาพ(Efficiency) ของการชมที่เปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของผู้ชม โดยสามารถแบ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้เป็นหมวดหมู่ดังต่อไปนี้

- ทฤษฎีทางด้านมุมมองของมนุษย์
- กฎเกณฑ์ในการออกแบบโรงภาพยนตร์

2.1 ทฤษฎีทางด้านมุมมองของมนุษย์

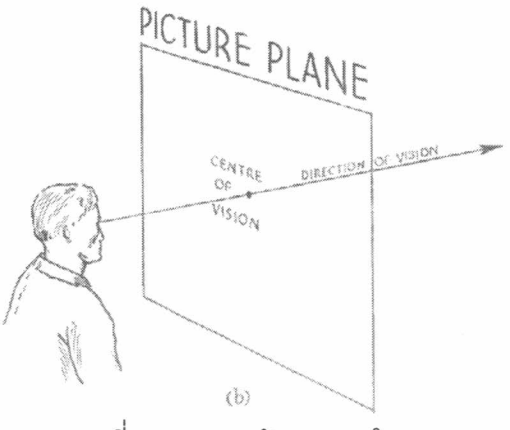
ทฤษฎีทางด้านมุมมองของมนุษย์ เป็นการศึกษาและรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะธรรมชาติในการมองเห็นของมนุษย์ และข้อจำกัดของการมองเห็น ในบริบทของทัศนะวิสัย (Visually) ของการมองเห็น ซึ่งการมองเห็นให้ได้ประสิทธิภาพ จะต้องประกอบขึ้นด้วย สอง ประการหลักพื้นฐานคือ ประสิทธิภาพของวัตถุ และตำแหน่งของผู้ชม ภาพที่ปรากกฏต่อสายตาผู้ชมต้องมีความสมบูรณ์ ไม่มีปัญหา เช่นความบิดเบือนของภาพ (Image Distortion) มากเกินกว่าจะรับได้[1] เพราะผู้ชมจะปฏิเสธการยอมรับภาพที่เห็น หรือมีสิ่งต่างๆบดบังการมองเห็น เป็นต้น สำหรับทฤษฎีเกี่ยวกับการมองเห็นของสายตาผู้ชมมีดังนี้

2.1.1 **เส้นสายตา** (Line of Sight /Direction of Vision/Center line of Vision) คือ เส้นที่ลากออกจากตาผู้สังเกตไปยังจุดที่อยู่ไกลออกไป ณ ตำแหน่งที่ผู้สังเกตมอง สำหรับโรงภาพยนตร์แล้วเส้นสายตา คือเส้นที่ขยายออกจากตาของผู้ชมไปที่จุดบนฉากที่ฟิล์มฉายลงไปบนฉาก[2]

---

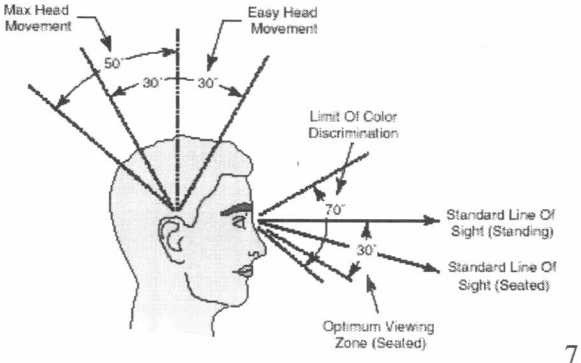
[1] SMPTE, re-approved and reissued its theatre design guideline in 1994. (Gov.Doc.App., Ex.6).

[2] Webster's Ninth New Collegiate Dictionary, (1991), p. 695.



ภาพที่ 2.1 แสดงเส้นสายตา[3]

2.1.2 **เส้นปกติสายตา (Normal Sight line/Standard Line of Sight)** โดยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific basis) ขณะนั่ง มนุษย์จะมองลงประมาณต่ำกว่าเส้นแนวระดับลงมาประมาณ 15 องศา[4] หรือ ระหว่าง 12 ถึง 15 องศา[5] ซึ่งถือว่าเป็นมุมมองที่มีความสบาย ดังนั้นหากต้องการชมสิ่งใดให้มีความสบายแล้วจึงควรวางวัตถุที่ต้องการชมไว้ ณ มุมดังกล่าว แต่หากไม่สามารถกำหนด หรือจัดวางสิ่งที่ชมไว้ ณ ตำแหน่งที่ต้องการได้ ร่างกายจะทำการปรับความเอียงของศีรษะให้เงยขึ้นหรือก้มลง เพื่อชดเชยให้มุมเส้นปกติสายตากลับมาอยู่ที่ประมาณ 12 ถึง 15 องศา โดยศีรษะสามารถปรับมุมก้มได้ง่ายที่ประมาณ 30 องศา และสามารถเงยได้มากที่สุดประมาณ 50 องศา[6]



7

ภาพที่ 2.2 แสดงเส้นปกติสายตา (Normal Sight line)

---

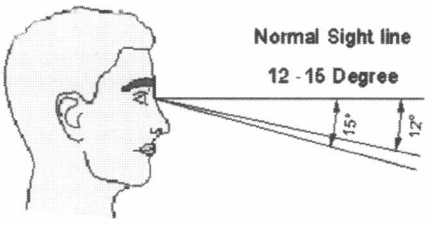
[3] http://www.lateralscience.co.uk/perspective/cone.html

[4] CinemaSource, inc., CinemaSource Technical Bulletins , p. 5.

[5] SMPTE, Engineering Guideline: Design of Effective Cine Theatre (1994)

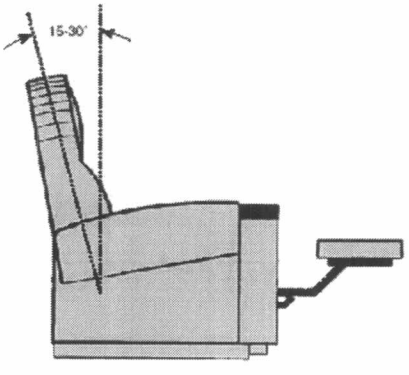
[6] CinemaSource, inc., CinemaSource Technical Bulletins , p. 5.

[7] Ibid., p.5



ภาพที่ 2.3 แสดงเส้นปกติสายตาที่เหมาะสม (Normal Sight line)

ถ้าหากผู้ชมเงยศีรษะขึ้นประมาณ 30 องศา จะทำให้น้ำหนักของศีรษะทั้งหมดกดลงที่กระดูกสันหลัง ซึ่งการเงยศีรษะแบบนี้ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นนั้นมิได้เกิดจากสภาพทางกายภาพ แต่เกิดจาก Biomechanical load[8] และจากการศึกษาของ Kumar, 1994 พบว่าหากผู้ชมต้องยืดคอหรือเงยคอเพื่อชมมากกว่า 3 องศาแล้ว จะส่งผลทำให้ผู้ชมนั่นเกิดความเมื่อล้าที่คอ[9] ดังนั้นเพื่อการชมที่เกิดความสบายแล้ว ที่นั่งจึงควรที่จะสามารถปรับให้สามารถเอนไปด้านหลังได้ เพื่อให้ผู้นั่งชมสามารถเอนตัวเพื่อปรับองศาการมองให้สามารถอยู่มองให้อยู่ในท่าที่เกิดความสบายได้[10]



ภาพที่ 2.4 แสดง ความสามารถในการปรับความเอียงของพนักที่นั่ง

2.1.3 Cone of Vision คือ ความสามารถในการรับรู้สิ่งที่มองเห็นของมนุษย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยสามมิติที่มียอดของกรวยอยู่ที่นัยน์ตา และฐานของกรวยทอดออกไปตามทิศทาง

---

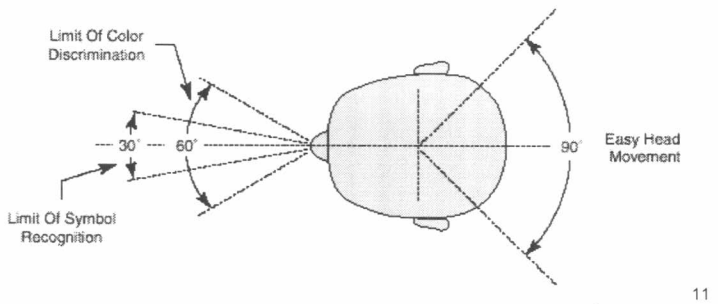
[8] deWall, M., van Riel, M.P.J.M., Aghina, J.C.F.M., Burdoft, A. and Snijders, C.J. Improving the sitting posture of CAD/CAM workers by increasing VDU monitor working height, Ergonomics (1992) , pp. 35,4,427-436.

[9] Kumar, S. 1994, A computer desk for bifocal lens wearers, with special emphasis on selected telecommunications tasks, Ergonomics, p. 37.

[10] SMPTE, Engineering Guide: Design of Effective Cine Theatres, (1994), p. 18.

ของการมอง ซึ่งทำมุมข้างละ 30 องศากับ (Direction of Vision) โดยมีจุดศูนย์กลางของฐานกรวย เป็นจุดเดียวกับจุดศูนย์กลางมุมมอง(Center of Vision) และองศากรวยที่ทำกับฐานเป็น 60 องศา

แต่มนุษย์มีขอบเขตความสามารถในการรับรู้ (Recognition) เพียง 15 องศาที่ยอดกรวย สามมิติ สิ่งที่อยู่นอกเหนือจากปริมาตรของมุมดังกล่าว มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ถึงลักษณะรูปร่าง (Limit of symbol Recognition) แต่ยังคงสามารถรับรู้ถึงสีได้ โดยมีขีดจำกัดของการรับรู้สี (Limit of Color Discrimination) ได้ถึง 60 องศา และสิ่งที่อยู่นอก Cone of Vision มนุษย์ ไม่สามารถรับรู้ทั้งรูปร่างและสีได้เลย



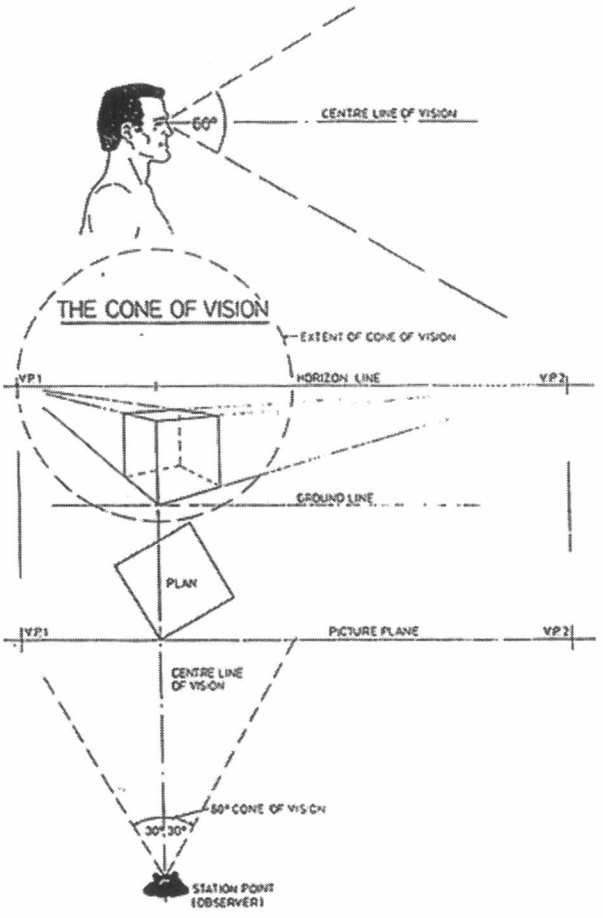
11

ภาพที่ 2.5 แสดง Cone of Vision

ดังนั้นการมองวัตถุใดๆให้สามารถเห็นภาพของวัตถุนั้นได้ครบทั้งวัตถุ ต้องวางวัตถุนั้นให้อยู่ในพื้นที่ของ Cone of Vision นั่นคือการวางตำแหน่งของผู้ชมให้ Cone of Vision ของผู้ชมครอบคลุมทั้งวัตถุที่ต้องการชม

---

[11] CinemaSource, inc., Cinema Source Technical Bulletins, p. 5.

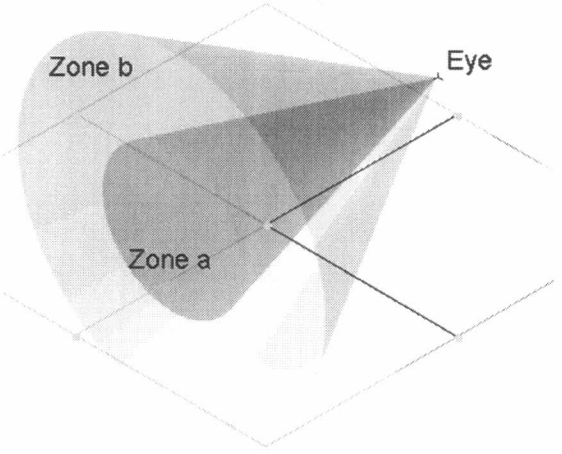


ภาพที่ 2.6 แสดง Cone of Vision[12]

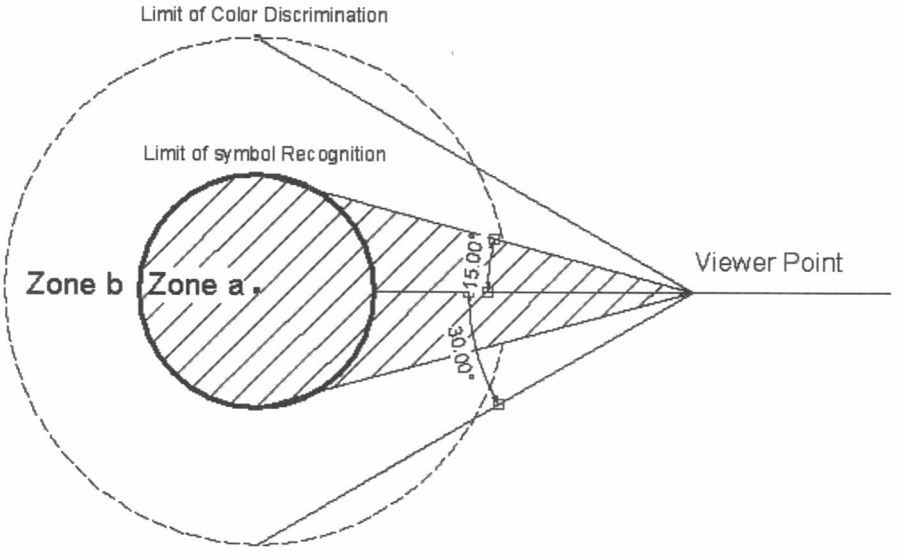
จากทฤษฎีของCone of Vision สามารถนำมาสร้างเป็นภาพสามมิติด้วยโปรแกรม CAD เพื่อหาปริมาตรของ Cone of Vision และสามารถสรุปได้ดังนี้

เมื่อสิ่งที่ต้องการชมอยู่ในปริมาตรของ Cone of Vision ที่ Zone a แล้วจะเป็นส่วนที่ผู้ชมสามารถรับรู้ถึงวัตถุได้ดี (Recognition) และจะสามารถรับรู้ได้ลดลงเรื่อยๆเมื่อวัตถุนั้นอยู่นอก Zone a ตราบเท่าที่วัตถุยังอยู่ใน Zone b ผู้ชมจะยังคงรับรู้ถึงสีของวัตถุอยู่ และผู้ชมจะไม่สามารถรับรู้ถึงวัตถุเลยเมื่อวัตถุดังกล่าวอยู่นอก Zone b

[12] http://www.zurb.com/me110a/2a.html



ภาพที่ 2.7 แสดง Volume Zone a, Zone b of cone of Vision



ภาพที่ 2.8 แสดงภาพหน้าตัดของ Cone of Vision พร้อมทั้งแสดง Zone a, b

2.2 กฎเกณฑ์ในการออกแบบการโรงภาพยนตร์ (Criteria for Design of Effective Cine Theatre)

เกณฑ์หรือมาตรฐานในการออกแบบโรงภาพยนตร์ จะประกอบด้วยหลายประเด็นทางการออกแบบเช่น ประเด็นเรื่องเสียง อุปกรณ์ในการฉาย ฯลฯ ซึ่งประเด็นต่างๆเหล่านี้จะเกี่ยวเนื่องกันทั้งหมดกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม เช่น ชนิดของเครื่องฉายภาพมีผลต่อขนาดของโรงภาพยนตร์ แต่เนื่องด้วยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาเฉพาะเรื่องประสิทธิภาพของการชมอันเนื่องมาจากตำแหน่งการชมเท่านั้น ในหัวข้อ 2.2 นี้จึงได้นำเสนอเฉพาะข้อเกณฑ์ในการออกแบบทางด้านมุมมองของผู้ชมเท่านั้น

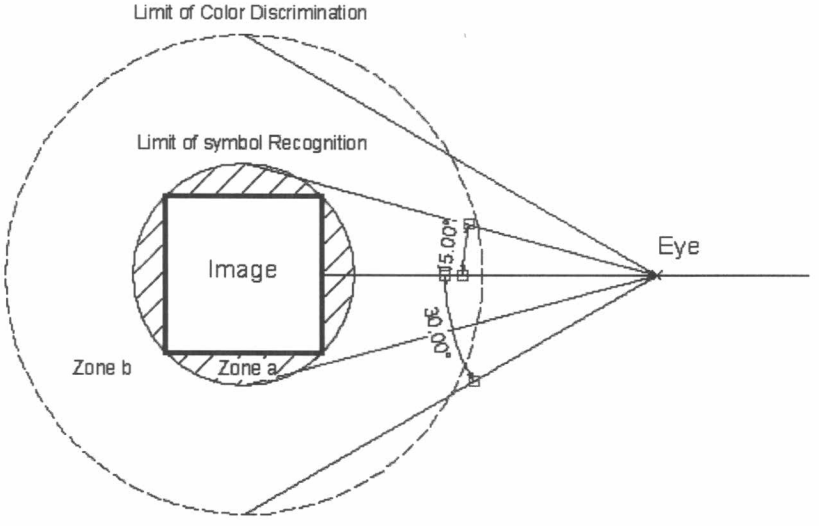
จากการศึกษาและรวมรวมเกณฑ์การออกแบบโรงภาพยนตร์จากหลายๆสถาบัน และหลายแหล่งข้อมูล ได้พบว่าในเกณฑ์การออกแบบโรงภาพยนตร์จากแหล่งข้อมูลต่างๆเหล่านั้น มีความคล้ายคลึงกัน บางแหล่งข้อมูลได้สรุปเกณฑ์ออกมาอย่างชัดเจนเกี่ยวกับเกณฑ์การจัดที่นั่ง บางแหล่งข้อมูลได้กล่าวผสมรวมไปกับหลักเกณฑ์การออกแบบโรงภาพยนตร์ มิได้มีหมวดหมู่อย่างชัดเจน เท่ากับมาตรฐานของ SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineering) จึงได้พิจารณานำกรอบเกณฑ์ของ SMPTE มาเป็นกรอบหลัก พร้อมทั้งนำเสนอมาตรฐานของสถาบันอื่นๆ ในหัวข้อที่มีความสอดคล้องกัน เพื่อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างมาตรฐาน การจัดที่นั่งภายในโรงภาพยนตร์ ซึ่งมาตรฐานของ SMPTE ได้กำหนดไว้ 5 ข้อเกี่ยวกับการออกแบบโรงภาพยนตร์ ไว้ดังนี้

1. ขนาดของภาพ (Image Size)
2. ความบิดเบือนของภาพ (Image Distortion)
3. การมองเห็น (Visibility)
4. ความสบาย (Comfort)
5. การรบกวนทางสถาปัตยกรรม (Architectural Distractions)

2.2.1 ขนาดของภาพ(Image Size) ขนาดของภาพที่ปรากฏต่อการชมนั้นจะมีขนาดที่เหมาะสม ขนาดใหญ่ หรือ ขนาดเล็กนั้น ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากตำแหน่งของผู้ชมกับภาพที่ปรากฏ โดยธรรมชาติแล้วเมื่อผู้ชมอยู่ห่างจากภาพมาก ภาพจะมีขนาดที่ปรากฏเล็กลง ทำให้ผู้ชมมีความรู้สึกไม่สบายรู้สึกว่าภาพที่ชมมีขนาดเล็ก เกิดความรำคาญ และอาจทำให้ผู้ชมต้องเอนตัวมาด้านหน้าเพื่อพยายามให้สามารถมองเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น และภาพที่ปรากฏจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อตำแหน่งของผู้ชมอยู่ใกล้ภาพ ซึ่งหากตำแหน่งผู้นั่งชมอยู่ใกล้จอภาพมากเกินไป ผู้ชมจะเกิด

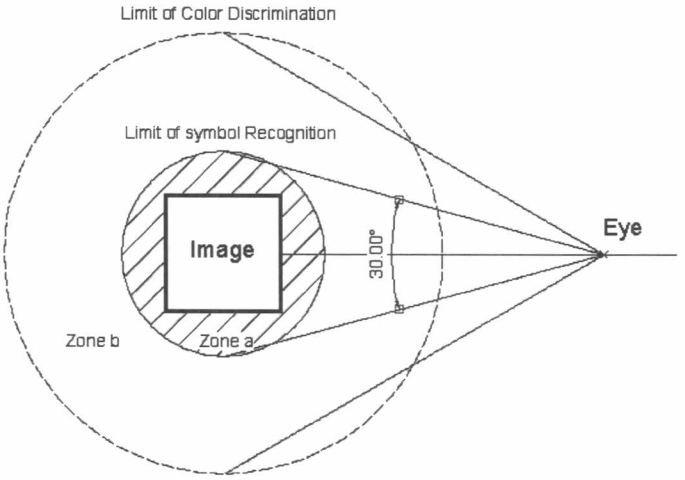
ความไม่สบายอันเนื่องมาจากผู้ชมจำเป็นจะต้องหันศีรษะไปมา เพื่อกวาดสายตาให้ทั่วทั้งจอภาพ และจำเป็นต้อง เงยศีรษะมากจนทำให้เกิดความเมื่อยล้าที่คอผู้ชม อีกทั้งผู้ชมยังจะต้องนั่งพิงพนักที่นั่งและเอนไปมากกว่าปกติเพราะพยายามให้ตำแหน่งมุมมองอยู่ไกลออกมา ซึ่งทำให้ผู้ชมเกิดความทรมานในการชมภาพยนตร์ อันจะส่งผลให้ตำแหน่งดังกล่าวเป็นที่นั่งที่ไม่เหมาะสม

ขนาดของภาพที่ปรากฏจะมีขนาดใหญ่หรือเล็ก สามารถอธิบายได้จากความสัมพันธ์ของขนาดของภาพ และระยะห่างของผู้ชมด้วยความรู้ในเรื่องของ Cone of Vision ดังนี้

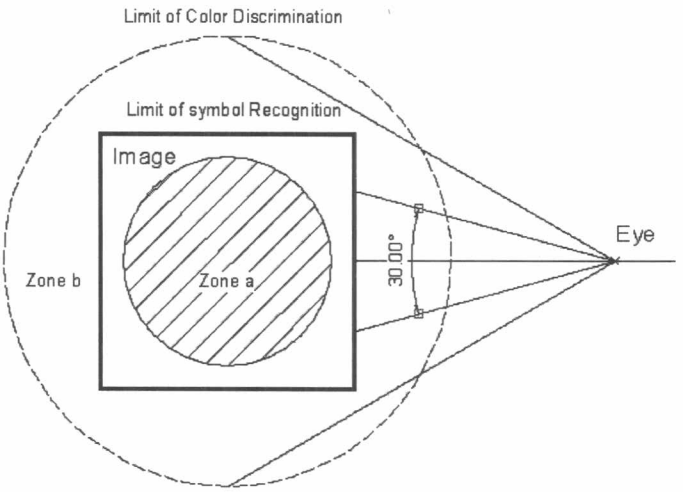


ภาพที่ 2.9 แสดงภาพขนาดใหญ่ที่สุดที่ปรากฏบนหน้าตัด Zone a

จากภาพที่ 2.9 จะพิจารณาเฉพาะภาพที่ปรากฏขึ้นในส่วนของ Zone a เท่านั้น เพราะเป็นพื้นที่ส่วนที่มนุษย์สามารถรับรู้ภาพได้(Recognition) ซึ่งทำให้ทราบว่า ภาพขนาดใหญ่ที่สุด (มีความเหมาะสม) ที่มนุษย์รับรู้ได้ (Recognition) จะเป็นภาพที่ปรากฏอยู่ใน Zone a พอดีทั้งภาพ ดังนั้นระยะห่างมากที่สุดที่ทำให้มนุษย์สามารถรับรู้ภาพได้ดีคือ ระยะที่ทำให้มุมที่มองจากตาผู้ชมไปยังภาพ หรือวัตถุที่ปรากฏวัดจาก ซ้ายสุด ของภาพ ไปยังขวาสุดของภาพ หรือ จากส่วนบนสุดของภาพ ไปยังส่วนล่างสุดของภาพ เป็นมุม 30 องศา และหากผู้ชมอยู่ใกล้หรือไกล กับภาพหรือวัตถุจะมีผลทำให้ขนาดของภาพที่ปรากฏแก่ตาผู้ชมมีขนาดเล็ก หรือใหญ่เกินไป โดยสามารถอธิบายด้วยภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.10 แสดงภาพที่ปรากฏแล้วมีขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.11 แสดงภาพที่ปรากฏแล้วมีขนาดใหญ่

จากทฤษฎีของ Cone of Vision สามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

เมื่อ Ø คือมุมมองของพิกัดผู้ชม E ไปขอบทั้งสองข้างของวัตถุ โดยมี

E คือพิกัดของผู้ชม และ

R คือระยะจากวัตถุ ไปยังพิกัดของผู้ชมE แล้ว

ถ้าพิกัด E ที่ทำให้ Ø < 30 องศา แล้วขนาดของภาพจะมีขนาดเล็ก และ R จะเป็นระยะที่ที่ทำให้ E อยู่ใกล้กับสิ่งที่ชม

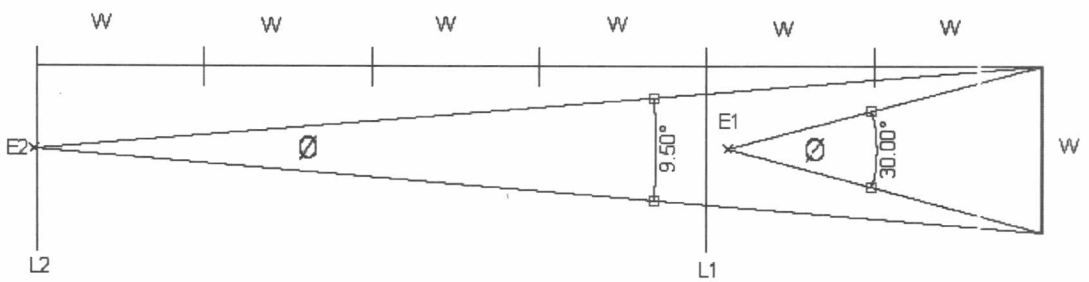
ถ้าพิกัด E ที่ทำให้ Ø = 30 องศา แล้วขนาดของภาพจะมีขนาดเหมาะสม R จะเป็นระยะที่เหมาะสมกับสิ่งที่ชม

ถ้า ระยะ Eที่ทำให้ Ø > 30 องศา แล้ว ขนาดของภาพจะมีขนาดใหญ่ R จะเป็นระยะที่ทำให้ E อยู่ไกลจากสิ่งที่ชม

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลจาก NEUFERT ได้กำหนดเกณฑ์มุมมองที่ดีไว้ดังนี้[13]

1. มุมมองตามแนวระดับ Horizontal มากที่สุด 30 องศา
2. มุมมองตามแนวดิ่ง Vertical มากที่สุด 35 องศา
3. ระยะผู้ชมไกลที่สุด คือ 6 เท่าของความกว้างฉาก
4. ระยะผู้ชมใกล้สุด คือ 2 เท่าของความกว้างฉาก

แต่จากการคำนวณเบื้องต้นแล้วพบความขัดแย้งในกฎเกณฑ์ ตามข้อกำหนดในการออกแบบของNEUFERT ในข้อที่ 1 ข้อที่ 4 และ ข้อที่ 6 โดยแสดงเป็นรูปได้ดังนี้



ภาพที่ 2.12 แสดงตำแหน่งที่มีมุมมองที่ดีตามเกณฑ์ของ NUEFERT

จากภาพที่ 2.12 สามารถอธิบายความขัดแย้งของเกณฑ์การกำหนดมุมมองที่ดีได้ดังนี้ เมื่อ

W คือความกว้างของฉาก

L1 คือ ระยะที่ห่างน้อยที่สุด จากฉากถึงตำแหน่งผู้ชมเป็นระยะ 2 เท่าของความกว้างฉาก

L2 คือ ระยะที่ห่างมากที่สุด จากฉากถึงตำแหน่งของผู้ชมเป็นระยะ 6 เท่าของความกว้างฉาก

E1 คือ จุดที่ทำให้มุมมองของผู้ชมตามแนวระดับ Horizontal จากขอบซ้ายสุด ไปยังขอบขวาสุดของฉากมีค่ามุมมองที่จุดมองเป็น 30 องศา

จากภาพ 2.12 และกฎเกณฑ์ข้อที่ 1 และข้อที่ 4 ทำให้ทราบว่า หากพิจารณาถึงความสำคัญของกฎข้อที่ 1 เป็นจริงแล้ว จะทำให้กฎข้อที่ 4 เป็นเท็จเพราะ ณ จุด E1 เป็น

---

[13]Neufert Architects' Data, The handbook of building types (Great Britain: 1998), p. 135.

ระยะที่ไกลสุดที่สามารถวางตำแหน่งที่นั่งชมได้ แต่ตามกฎข้อที่ 4 ได้กำหนดระยะที่นั่งที่น้อยที่สุดไกลออกไปจาก กฎข้อที่ 1

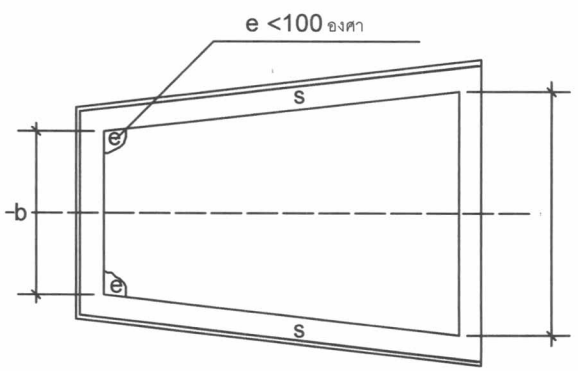
จากการศึกษารวบรวมข้อมูลจากหนังสือการออกแบบโรงภาพยนตร์ โดย ต่อพงศ์ ยมนาค สามารถคำนวณหาขอบเขตของพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการว่างตำแหน่งของที่นั่งได้จาก กฎข้อที่ 3 กฎข้อที่ 7 และ กฎข้อที่ 11

จากกฎข้อที่ 7[14] ระยะห่างจากจอภาพยนตร์ถึงที่นั่งแถวแรกจอสามารถคำนวณได้จากสูตร

$f = \frac{1}{2} h + (ha-d)/\tan 25^{\circ}$ [15]

เมื่อ		
	f	=คือระยะจากหน้าจอถึงแถวที่นั่งแถวแรก
	h	=ความสูงของจอภาพ
	d	=ความสูงตั้งแต่พื้นถึงระดับตาคนนั่งดู
	ha	=ความสูงจากพื้นถึง ล่างสุดของจอภาพยนตร์

จากกฎข้อที่ 11 ที่นั่งคนดูต้องพิจารณาจากผนังด้านข้างของโรงภาพยนตร์ทั้งสองข้างทำมุมกับจอภาพยนตร์ไม่มากกว่า 100 องศา



ภาพที่ 2.13 แสดง ข้อกำหนดของการวางผนังไม่เกิน 100 องศา

กฎข้อที่ 11

ε ไม่มากกว่า 100°

$\varepsilon < 100^{\circ}$

---

[14] ต่อพงศ์ ยมนาค, การออกแบบโรงภาพยนตร์ (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531), หน้า 15.

[15] เรื่องเดียวกัน, หน้า 14.

เมื่อ ε =มุมมองของผนังโรงภาพยนตร์ หรือมุมของที่นั่งคนดูริมผนัง

และจากกฎข้อที่ 3 ได้สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการคำนวณหาความกว้างของขนาดจอภาพยนตร์ โดยสูตรได้บรรยายไว้ดังนี้

กฎข้อที่ 3

b ที่ดีที่สุดควรมีค่าอยู่ระหว่าง

0.5<d>0.4Xlz

เมื่อ lz คือระยะจากจอถึงที่นั่งแถวท้ายสุดหลังโรงภาพยนตร์

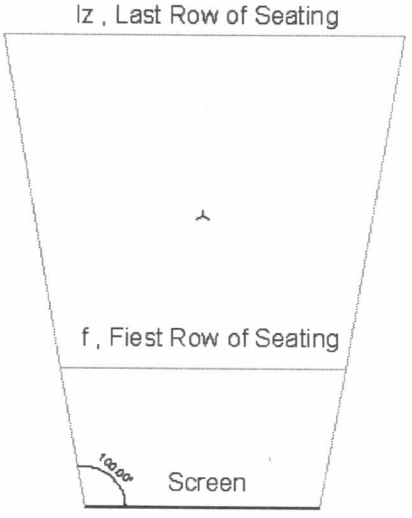
b คือความกว้างของฉาก

และเมื่อพิจาณาปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรตามสมการแล้วทำให้สามารถทราบถึงระยะของแถวที่นั่งไกลสุดได้จาก

lz มีค่าอยู่ระหว่าง 2 – 2.5 เท่าของความกว้างฉาก

เมื่อ lz คือระยะจากฉากถึงที่นั่งแถวท้ายสุดหลังโรงภาพยนตร์

b คือความกว้างของฉาก



ภาพที่ 2.14 แสดง ขอบเขตพื้นที่การนั่งชมจากสูตรการคำนวณของ ต่อพงศ์ ยมนาค

สรุปจากสูตร-ของ ต่อพงศ์ ยมนาค ในกฎข้อที่ 3 กฎข้อที่ 7 และ กฎข้อที่ 11 สามารถนำมาสร้างเป็นขอบเขตพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการจัดวางที่นั่งได้ เมื่อผู้ออกแบบทราบ หรือผู้ใช้งานโปรแกรมทราบถึงตัวแปรดังต่อไปนี้

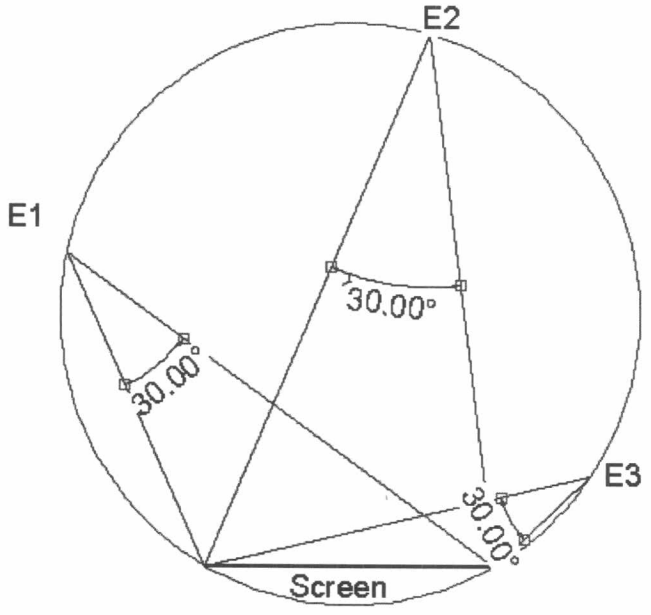
b ความกว้างของฉาก

ha ความสูงจากพื้นถึงล่างสุดของฉาก

h ความสูงของฉาก

d ความสูงตั้งแต่พื้นถึงระดับตาผู้ชม

จากการศึกษาและรวบรวมตามมาตาฐาน ของ SMPTE ได้กำหนดขนาดความใหญ่ของฉากว่าจะเป็นเท่าใด และสามารถเข้าใกล้ หรือถอยห่างออกจากฉากได้มากเพียงใด เพื่อไม่ให้ฉากดูใหญ่ หรือดูแล้วเล็กเกินไป โดยการวัดจากตำแหน่งของผู้ชมไปยังมุมซ้ายสุดของฉาก และมุมขวาสุดของฉาก มุมที่กระทำต้องตำแหน่งผู้ชมในแนวระดับ Horizontal ต้องไม่น้อยกว่า 30 องศา[16]



ภาพที่ 2.15 แสดงพิกัดที่ทำให้มุมมองของผู้ชมไปยังฉากเป็น มุม 30 องศา

และจากการศึกษารวบรวมข้อมูลจากมาตรฐาน ของ THX ได้กำหนดตำแหน่งของที่นั่งเพื่อให้ที่นั่งเหล่านั้นมีมุมมองที่เหมาะสม โดยแต่ละที่นั่งที่มีมุมมองที่เหมาะสมต้องมีมุมมองตามแนวระดับ Horizontal จากตำแหน่งผู้ชมไปยังมุมซ้ายสุดของฉากไปที่มุมขาวสุดของฉากคือ

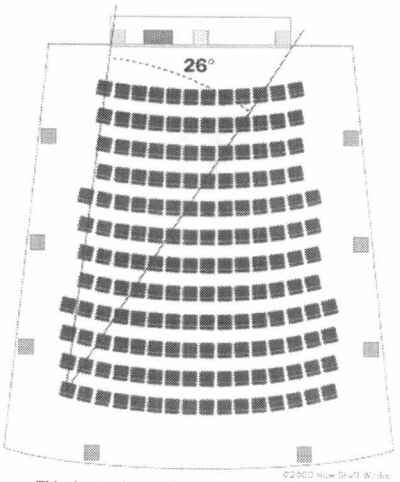
เมื่อ Ø คือมุมมองของผู้ชมไปยังมุมซ้ายและมุมขวาของฉาก

Ø ควรมีค่าระหว่าง 26 องศา ถึง 36 องศา

Ø ทีมีค่า 30 องศาจะเป็นตำแหน่งที่มีมุมมองตามแนวระดับที่เหมาะสมที่สุด

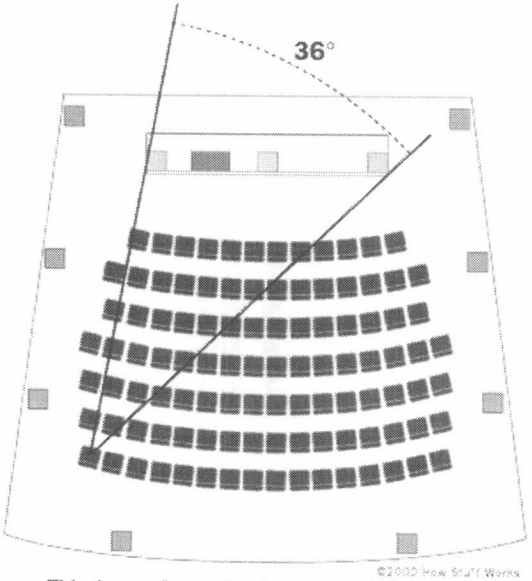
---

[16] SMPTE, Engineering Guideline: Design of Effective Cine Theatre (1994)



This theater has a viewing angle of 26 degrees. 17

ภาพที่ 2.16 แสดง มุมมอง 26 องศาบนแปลโรงภาพยนตร์



This theater has a viewing angle of 36 degrees. 18

ภาพที่ 2.17 แสดง มุมมอง 36 องศาบนแปลโรงภาพยนตร์

สูตรการคำนวณมุมมองตามแนวระดับ Horizontal

มุมมองตามแนวนอน = 2 X arctan (0.5 X กว้างภาพ)/ระยะห่างจากจอภาพถึงที่นั่งแถวแรก[19]

---

[17] Work Jeff Tyson Viewing Angle THX Tech Pages [Online] Available from http://www.howstuffworks.com/thx.htm [2003,Jan5]

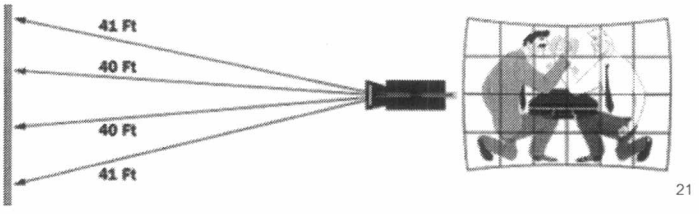
[18] Ibid.,

[19] Ibid.,

2.2.2 **ความบิดเบือนของภาพ (Image Distortion)** ความบิดเบือน (Distortion/ ISO –Deformation) ในความหมายของภาพคือ ภาพที่ไม่สมบูรณ์มีความบิดเบือนไปจากภาพต้นฉบับ ซึ่งสามารถแบ่งเหตุที่ทำให้ภาพที่ปรากฏเกิดความบิดเบือนได้ 3 กรณี คือ

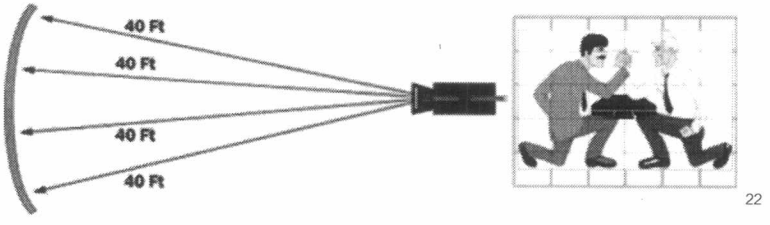
- ความบิดเบือนเนื่องจากเลนส์(Lens radial distortion)
- ความบิดเบือนเนื่องจาก Keystone (Keystone distortion)
- ความบิดเบือนของภาพ(Image Distortion)

ความบิดเบือนเนื่องจากเลนส์ (Lens radial distortion/ Pin- Cushion or barrel distortion) คือเป็นการบิดเบือนของภาพและทำให้เกิดการเหลื่อมในแนวตั้งเกิดจากการใช้เลนส์วัตถุรูปทรงกลมซึ่งส่งผลให้เกิดระยะโฟกัสที่แตกต่างกัน[20] ภาพที่ปรากฏต่อผู้ชมจะมีลักษณะนูนออกบริเวณส่วนกลางของภาพ ซึ่งทำให้ภาพที่ปรากฏไม่เหมือนกับภาพต้นฉบับ การแก้ไขนั้นทำได้หลายวิธีเช่นการเปลี่ยนประเภทและชนิดของเลนส์ที่ที่ใช้ในการฉายภาพ หรือทำการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการปรับให้จอมีความโค้ง



21

ภาพที่ 2.18 ความบิดเบือนเนื่องจากเลนส์(Lens radial distortion)



22

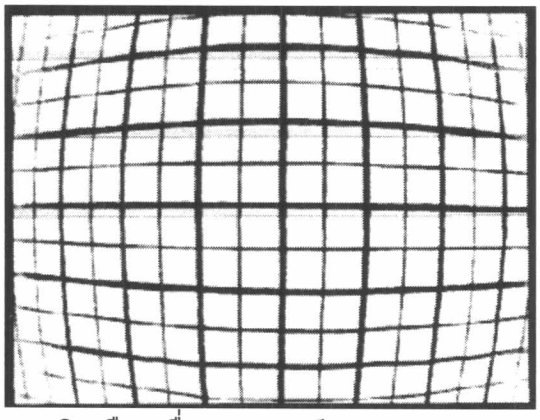
ภาพที่ 2.19 ภาพที่ปรากฏเมื่อใช้ฉากโค้ง

---

[20] Andrew and Andrew Woods, Proceeding of the SPIE Volume 1915, Stereoscopic Display and Applications IV (San Jose: California, February 1993),

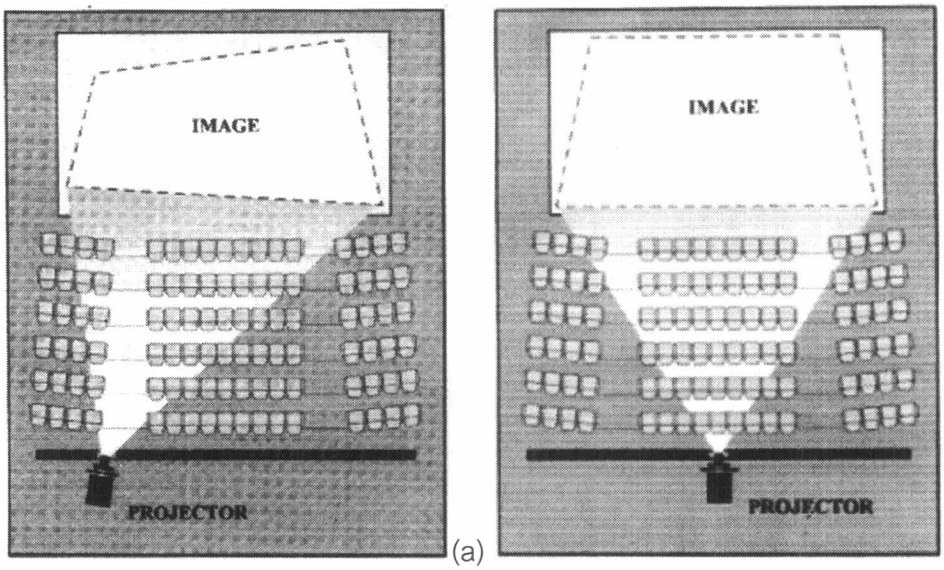
[21] Work Jeff Tyson How Screen works [Online] Available from http://biz.howstuffworks.com/screen.htm [2003,Jan 5]

[22] Ibid.,



ภาพที่ 2.20 ความบิดเบือนเนื่องจากเลนส์ 35 mm(Lens radial distortion)

ความบิดเบือนจาก Keystone (Keystone Distortion) จะทำให้เกิดภาพที่เป็นสี่เหลี่ยมปกติกลายเป็นภาพสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อภาพที่ฉายมายังเส้นของทิศทางการมอง (Line of sight) มีระนาบของฟิล์ม และระนาบของจอรับภาพไม่ขนานกัน[23]

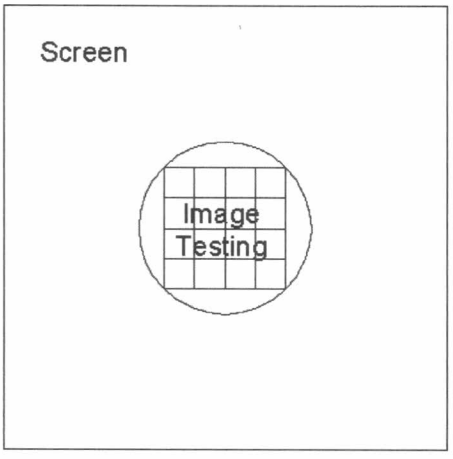


(a) (b)

ภาพที่ 2.21 แสดง Keystone Distortion (a) ตำแหน่งกล้องอยู่ซ้ายหรือขวามากเกินไป (b)ตำแหน่งกล้องอยู่สูงหรือต่ำมากเกินไป

[23] Andrew and Andrew Woods, Proceeding of the SPIE Volume 1915, Stereoscopic Display and Applications IV (San Jose: California, February 1993),

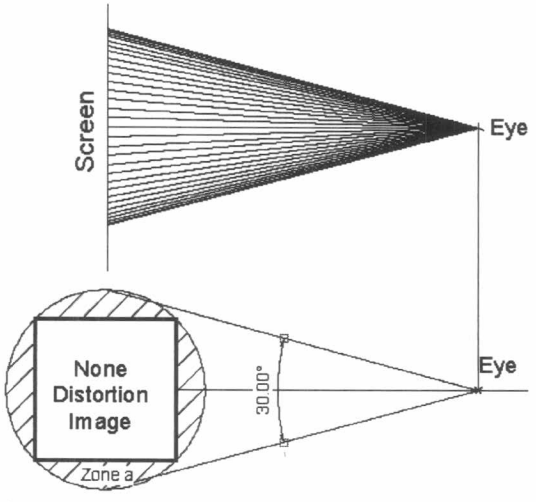
ความบิดเบือนของภาพ(Image Distortion) ภาพที่บิดเบือนไปเนื่องจากตำแหน่งที่นั่งของผู้ชม ภาพที่ปรากฏต่อผู้ชม ณ ตำแหน่งที่เกิดภาพบิดเบือน (Image distortion) สามารถส่งผลให้ภาพวงกลม กลายเป็นภาพวงรี ภาพสี่เหลี่ยมกลายเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปทรงอื่นบิดเบี้ยวไป ซึ่งสามารถด้วยหลักการพื้นฐานของ Cone of Vision และตำแหน่งของผู้ชมได้ดังนี้



ภาพที่ 2.22 แสดงฉากและภาพทดสอบ

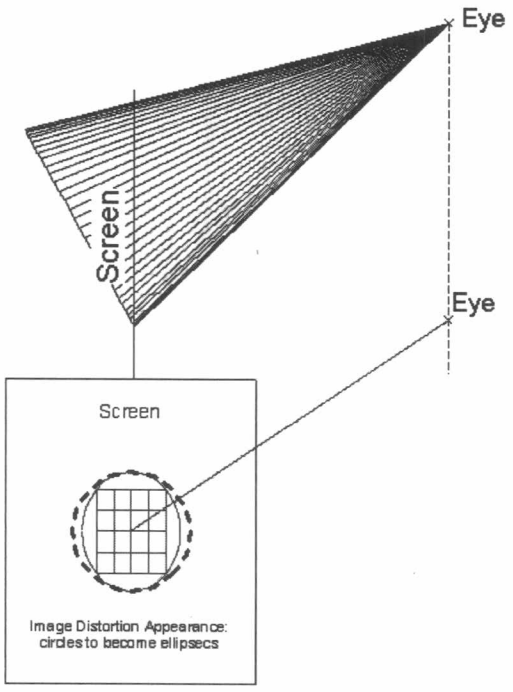
กำหนดให้ ภาพที่ 2.22 เป็นภาพที่ใช้ในการทดสอบความบิดเบือนของภาพ (Image Distortion) โดยที่ภาพสี่เหลี่ยมใหญ่คือฉาก ภาพวงกลมและภาพตารางสี่เหลี่ยมคือภาพที่ปรากฏบนฉาก เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของผู้ชม (Eye) ไป ณ ตำแหน่งต่างๆ ภาพที่ปรากฏฉากจะเปลี่ยนไป และแสดงแดงให้เห็นถึงความบิดเบือนของภาพได้ดังนี้

เมื่อ Eye คือตำแหน่งผู้ชมและตำแหน่งกึ่งกลางของภาพอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน และพื้นที่หน้าตัดของ Cone of Vision จะเป็นรูปวงกลมเสมอ ภาพสี่เหลี่ยมจุตรัสที่ปรากฏจะมีมุมทั้งสี่เป็นรูปมุมฉากไม่มีความบิดเบือนของภาพ (Non Distortion)



ภาพที่ 2.23 แสดงภาพที่ไม่เกิดความบิดเบือน (Distortion)

เมื่อฉากอยู่ในพิกัดตำแหน่งคงเดิม แต่ตำแหน่งของผู้ชม Eye เลื่อนไปทางด้านข้างตาม แนวระดับด้านหนึ่งของฉาก จะพบว่ามีความบิดเบือนของภาพเกิดขึ้น (Image Distortion) สังเกต ได้จากภาพวงกลมบนฉากมิได้เป็นรูปวงกลม แต่ปรากฏเป็นรูปวงรี พร้อมทั้งตารางสีเหลี่ยมที่ ปรากฏได้เปลี่ยนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



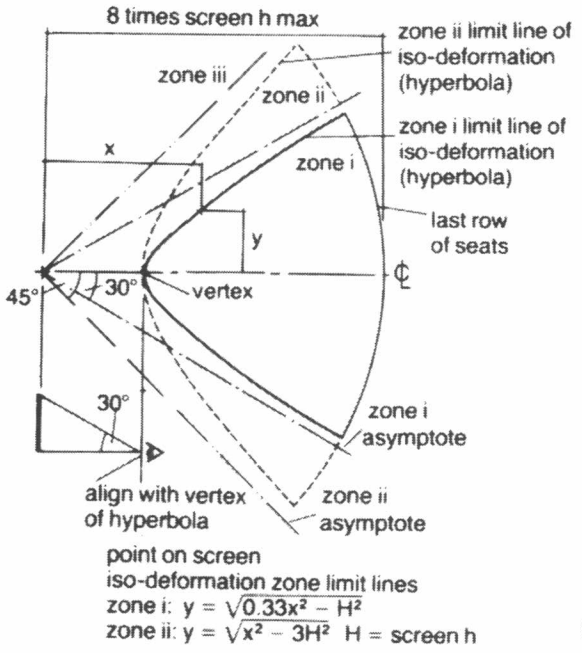
ภาพที่ 2.24 แสดงเกิด Distortion เมื่อเปลี่ยนตำแหน่ง Eye ไปออกจากจุดกลางภาพ

จากภาพที่ 2.24 พบว่ารูปวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมบนฉากได้บิดเบือนไปจากรูปที่นำมา ทดสอบเบื้องต้น ซึ่งภาพวงกลมเปลี่ยนเป็นรูปวงรี กรอปกับ รูปสี่เหลี่ยมจุตรัสเปลี่ยนเป็นรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งภาพที่บิดเบือนดังกล่าวมีผลต่อประสิทธิภาพ(Efficiency) การชม ถ้าภาพที่ ปรากฏต่อผู้ชมมีความบิดเบือนมาก และจากการศึกษาจากแนวทางของ SMPTE ได้อ้างถึง ผลงานวิจัยของ Dr. Reubens Meister ในปี ค.ศ. 1966 เกี่ยวกับความบิดเบี้ยว โดยพบว่าหาก ภาพที่มีความบิดเบี้ยวนั้นไม่มาก มนุษย์จะไม่รู้สึก คืออยู่ในบริเวณ Zone i และพบความบิดเบือน ของภาพน้อยและมนุษย์ไม่รู้สึกถึงความบิดเบือนใน Zone ii หากตำแหน่งผู้ชมอยู่นอกเหนือ Zone i และ Zone ii ผู้ชมจะสังเกตเห็นความบิดเบือนของภาพและจะเกิดการปฏิเสธ ตำแหน่งการชม ณ ตำแหน่งนั้นซึ่งอยู่ใน Zone iii [24] โดยการอธิบายถึงความบิดเบือนของภาพสามารถบรรยายได้ดังนี้

- Point on Screen iso-deformation zone limit lines
- Flat Screen Zone Limits

---

[24] United States District Court District of Massachusetts อ้างถึงใน SMPTE Guideline 1994



[25]

ภาพที่ 2.25 Point on Screen iso-deformation Zone limit lines

Point on Screen iso-deformation zone limit lines

อธิบายรายละเอียดของการคำนวณหา Zone i และ Zone ii ไว้โดยคำนวณจากการมองจุดๆเดียวบนฉากเส้นในภาพแสดงถึงขอบเขตของผู้สังเกตซึ่งจะมองเห็น Distortion แบบเดียวกัน ซึ่งแสดงไว้เป็นรูป Hyperbola

Zone i เกิดความบิดเบือนของภาพแต่ผู้ชมไม่สังเกตเห็น

Zone ii เกิดความผิดเบือนของภาพแต่ผู้ชมสามารถรับได้

Zone iii คือที่นั่งที่อยู่นอกขอบเขตของ Zone ii ผู้ชมไม่สามารถทดรับความบิดเบือนของภาพที่ปรากฏได้ ทำให้ผู้ชมปฏิเสธ

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าวิธีการหาพื้นที่ Distortion Zone สามารถคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ สำหรับ Point on Screen คือ

Zone i:

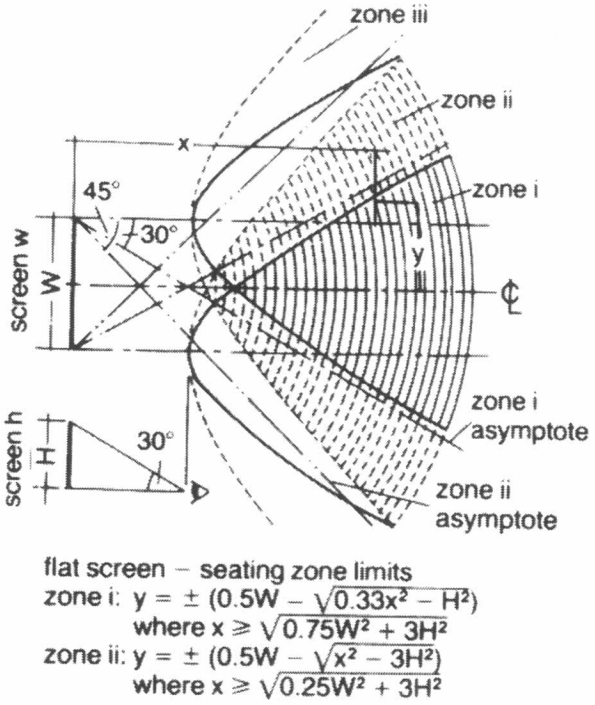
$$y = (0.33\,X^2 - H^2)^{1/2}$$

Zone ii:

$$y = (X^2 - 3H^2)^{1/2}$$

---

[25] Neufert Architects' Data, The handbook of building types (Great Britain: 1998), p. 355.



[26]

ภาพที่ 2.26 flat Screen –Seating Zone Limits

Flat Screen Zone Limits

การมองที่จอเรียบแบน Flats Screen การจัดที่นั่งขึ้นอยู่กับ Hyperbola 2 อัน

Zone i มี ar สำหรับภาพฉายในแนวกว้างน้อยกว่า Zone i ในการฉายจุดบนฉาก

Zone ii ar สำหรับที่นั่งใน Zone นี้จะคล้ายกันกับ Zone i ในการฉายแบบจุด Point on Screen

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ สำหรับ Flat Screen คือ

Zone i:

$y = \pm (0.5W - (0.33X^2 - H)^{1/2})$

เมื่อ $X >= (0.75W^2 + 3H^2)^{1/2}$

Zone ii:

$Y = \pm (0.5W - (0.33X^2 - H)^{1/2})$

เมื่อ $X >= (0.25W^2 + 3H^2)^{1/2}$

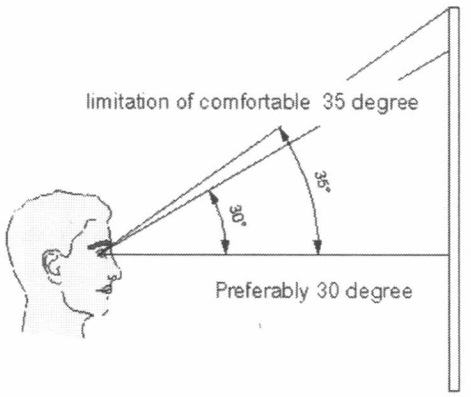
---

[26] Neufert Architects' Data, The handbook of building types (Great Britain: 1998), p. 355.

สรุปในการออกแบบการจัดที่นั่ง หรือ พื้นที่ในการวางที่นั่ง ควรออกแบบให้การจัดวาง ตำแหน่งที่นั่ง ณ ตำแหน่งใดๆ มีความบิดเบือน(Distortion) ของภาพลดลงมากที่สุด (Minimize)[27] นั่นคือ พยายามออกแบบให้ที่นั่งอยู่ใน Zone ii เพื่อให้ผู้ชมไม่รู้สึกถึงความไม่สบายและปฏิเสธการรับชมภาพที่ปรากฏ

2.2.3 **การมองเห็น** (Visibility) เกี่ยวข้องกับการบดบัง หรือการขัดขวางใดๆ (Physical obstruction) ทางกายภาพทุกชนิดระหว่างผู้ชมกับฉาก จากแนวทางของ SMPTE ได้แนะนำว่า ผู้ชมจะต้องไม่มีการบดบังภาพที่ปรากฏบนฉากทั้งในแนวตั้งและในแนวนอน เช่น ศีรษะผู้ชมที่อยู่ด้านหน้า เสาอาคาร หรืออื่นๆ[28]

2.2.4 **ความสบาย**(Comfort) ความสบายประกอบด้วยมุมของการมองในแนวดิ่งไปยังจุดบนสุดของฉาก หรือการมองในแนวนอนไปยังกึ่งกลางจอฉาก โดยไม่ทำให้เกิดความไม่สบายของศีรษะหรือ ท่าทางของร่างกาย การที่จะหลีกเลี่ยงความไม่สบายนี้ แนวทางของ SMPTE ได้แนะนำว่าผู้ชมที่อยู่ใกล้ที่สุดควรมีมุมมองในแนวดิ่งไปยังขอบบนสุดของฉากไม่เกิน 35 องศา



[29]

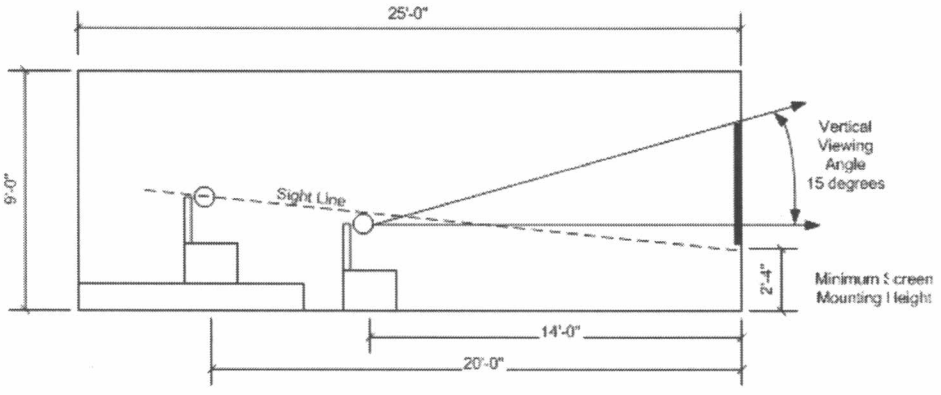
ภาพที่ 2.27 แสดง มุมมองมากที่สุดสำหรับนั่งแถวแรก

---

[27] United States District Court District of Massachusetts อ้างถึงใน SMPTE Guideline 1994

[28] Ibid.,

[29] Vertical Viewing Angle [Online] Available from http://www.myhometheater.homestead.com/Verticalviewing.html



ภาพที่ 2.28 แสดง มุมมองแนวดิ่งที่มองแล้วสบาย

2.2.5 **การรบกวนทางสถาปัตยกรรม**(Architectural Distractions) คือการตกแต่งที่ดึงความสนใจออกไปจากฉากที่ผู้ชมรับชมทำให้เกิดความรู้สึกขัดแย้งในการชม SMPTE แนะนำให้ปรับเปลี่ยนองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมเหล่านั้นออก เพื่อลดการแข่งขั้นทางมุมมองระหว่างฉากกับและสถาปัตยกรรม[30]

สรุป กฎเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิผลของที่นั่ง

จากกฎเกณฑ์ของการออกแบบตามมาตรฐานของ SMPTE, NEUFERT, ต่อพงศ์ และ THX แล้ว SMPTE ได้ระบุเกณฑ์ของการออกแบบเพื่อให้มุมมองที่ดีที่สุดชัดเจนพอๆกับ THX ซึ่งได้อ้างอิงมาจาก SMPTE ดังนั้นจึงพิจารณาใช้ เกณฑ์ของ SMPTE เป็นหลัก และพิจารณาเกณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันมาเสริม

มาตรฐานที่แยกและบรรยายถึงการแบ่งประสิทธิภาพของแต่ละที่นั่ง ได้มากที่สุดคือมาตรฐานของ THX แต่มาตรฐานดังกล่าวมิได้ระบุประสิทธิผลของการออกแบบตามกฎเกณฑ์ไว้เป็น ระดับของประสิทธิผล (ดีมาก ดี หรือ พอใช้) แต่ระบุไว้ว่า ยอมรับได้ (Acceptable) หรือไม่สามารถยอมรับได้ (Unacceptable) และ ค่าที่เหมาะสม (Optimum) จึงพิจารณาสรุปเป็นเกณฑ์ในการพัฒนาโปรแกรมได้ดังนี้ตามกรอบมาตรฐานของ SMPTE คือ

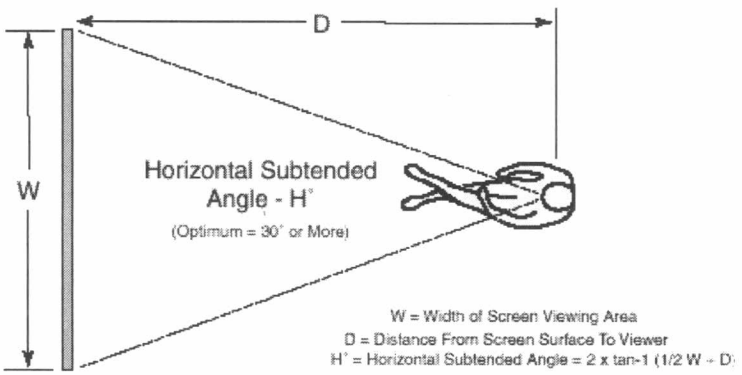
---

[30] United States District Court District of Massachusetts อ้างถึงใน SMPTE Guideline 1994

1. **ขนาดของภาพ** (Image Size) ต้องไม่ใหญ่และเล็กเกินไป โดยภาพจะมีขนาดใหญ่โดยพิจารณาดังนี้

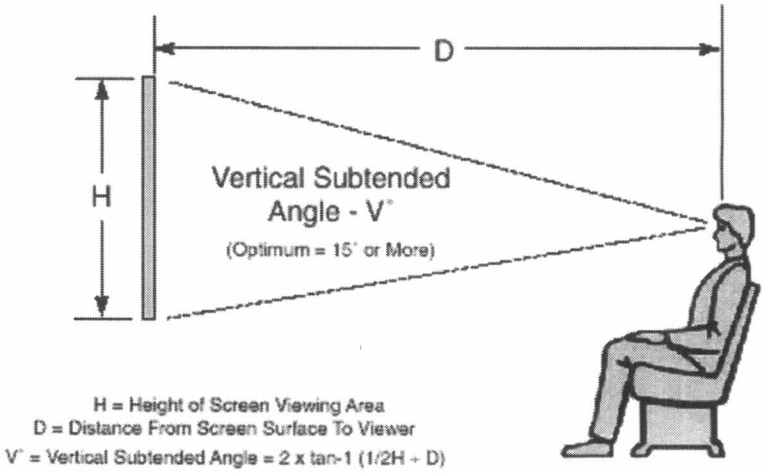
- ขนาดของภาพที่เหมาะสมตามมุมมองแนวระดับ(Horizontal) ไปยังขอบทั้งสองของฉากไม่น้อยกว่า 30 องศาตามมาตรฐานของ SMPTE และมีค่าระหว่าง 26 องศา ถึง 36 องศาตามมาตรฐานของ THX
- ขนาดของภาพที่เหมาะสมตามมุมมองแนวดิ่ง(Vertical) ไปยังขอบทั้งสองของฉากไม่น้อยกว่า15 องศา

แต่สำหรับพื้นที่ในการจัดที่นั่งที่มีขนาดเล็กลงมาเช่น Home Theatre อนุญาตให้พิจารณาจากองศาของมุมมองของผู้ชมไปที่ฉากได้เป็น องศาในแนวดิ่ง (Vertical) มากกว่า 15 องศา และองศาในแนวระดับ (Horizontal) มากกว่า 30 องศา



Audience Horizontal Subtended Angles

ภาพที่ 2.29 แสดง มุมมองแนวนอนที่เหมาะสม 30 องศา



ภาพที่ 2.30 แสดง มุมมองแนวดิ่งที่เหมาะสม 15 องศา

2. **ภาพที่บิดเบือน**(Distortion/ iso-deformation) ควรออกแบบให้ทุกที่นั่งมีความบิดเบี้ยวของภาพที่เห็นจากตำแหน่งมุมมองมีค่าความบิดเบือนน้อยที่สุด [31]โดยพิจาณาจาก Distortion Zone เป็นหลักดังนี้

- ภาพที่บิดเบือนค่าที่ยอมรับได้คือ ตำแหน่งที่นั่งของผู้ชมอยู่ใน Zone i และ Zone ii ตามที่ได้นำเสนอแล้วไปในหัวข้อ Distortion

3. **ทัศนะวิสัย** (Visibility) ควรออกแบบให้ทุกที่นั่งไม่มีสิ่งกีดขวางทางกายภาพระหว่างผู้นั่งชมกับภาพบนฉากอันประกอบด้วย

- ไม่สามารถยอมรับได้ถ้า ณ ตำแหน่งผู้ชมใดๆ มีสิ่งใดไปบดบังฉาก
- ไม่สามารถยอมรับได้ ถ้าตำแหน่งผู้ชมนั่งใกล้ฉากมาก จนไม่สามารถเห็นฉากได้ทั้งหมด เช่นการบดบังจากศีรษะผู้ชมด้านหน้าซึ่งถือว่าเป็นการบดบังที่เทียบเท่ากับการบดบังเนื่องจากเสาภายในอาคาร[32]

4. **ความไม่สบาย** (Discomfort) สามารถแบ่งได้เป็น

- มุมมองตามแนวดิ่ง(Vertical) วัดจากแนวระดับสายตาของแถวแรก ไปยังส่วนบนสุดของภาพที่สามารถยอมรับได้ มีค่าระหว่าง 30 องศาถึง 35 องศา ถ้ามุมมองมากกว่า 35 องศานี้ถือว่าเป็นตำแหน่งที่ทำให้มุมมอง ณ ตำแหน่งมองไม่สามารถยอมรับได้ (เพราะผู้ชมจะต้องเงยศีรษะ และ พิงตัวกับพนักพิงมากเพื่อให้ศีรษะอยู่ไกลจากฉากให้มากที่สุดและทำให้ผู้ชมเกิดความเมื่อยล้าขณะชมภาพยนตร์) และตามมาตรฐานของ ต่อพงศ์ ยมนาค ได้กำหนดว่าตำแหน่งที่นั่งแถวแรกควรมีมุมมองจากตาผู้ชมตามแนวระดับไปยังกึ่งกลางฉากไม่เกิน 25 องศา
- มุมมองตามแนวดิ่ง(Vertical) ที่มีความเหมาะสม (Optimum)ประมาณ 15 องศา วัดจากขอบบนสุดของฉากไปยังขอบล่างสุดของฉาก และเส้นมุมมองปกติ (มองลงจากแนวระดับ) ประมาณ 10 – 20 องศา
- ไม่ควรออกแบบให้ผู้ชมต้องเงยศีรษะ มากกว่า 3 องศาเพราะจะให้ให้เกิดความเมื่อยล้า[33]

---

[31] United States District Court District of Massachusetts อ้างถึงใน SMPTE Guideline 1994

[32] Ibid.,

[33] Ankrum, D.R., Intetrating Neck Posture and Vision at VDT Workstations, Proceeding of the Fifth International Scientific Conference on Work With Display Units. (1977): 63-64.