บทที่2 ทฤษฎีสัมพันธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทำโครงงาน เรื่อง การหาคุณภาพงานพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โลหะผู้ทำโครงงานได้ศึกษาและค้นคว้าเอกสารดังต่อไปนี้

2.1 การพิมพ์ออฟเซต

2.2 คุณภาพของสิ่งพิมพ์ และมาตรฐาน ISO 12647-2

2.3 ระบบการจัดการสี

2.4 การพิมพ์ระบบพ่นหมึก

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์

2.6 บรรจุภัณฑ์โลหะ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพิมพ์ออฟเซต

งานพิมพ์ระบบออฟเซตมีหลายประเภทการแบ่งประเภทของเครื่องพิมพ์ สามารถใช้เกณฑ์การแบ่งหลายอย่างแต่ในการพิมพ์กระป๋องโลหะหรือพิมพ์ ลงบนแผ่นเหล็กส่วนนั้นจะใช้เครื่องพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น แนวราบ และจะมีหน่วย ให้ความร้อนในการอบสีแต่ละสีอยู่หลังยูนิตที่ทำการ พิมพ์สีนั้นๆ ทุกๆ ยูนิต เพื่อให้หมึกที่อยู่บนแผ่นโลหะนั้นแห้งตัวก่อน ที่จะเข้าทำการพิมพ์สีต่อไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาหมึกพิมพ์ถอนตัวออกจากวัสดุพิมพ์หรือเกิดคราบหมึกเลอะในบริเวณภาพพิมพ์ซึ่งลักษณะโดย ทั่วไปของเครื่องพิมพ์ ออฟเซตป้อนแผ่นมีดังนี้

2.1.1 เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น

เป็นเครื่องพิมพ์ออฟเซตที่ใช้พิมพ์งาน โดยวัสดุใช้พิมพ์ที่ป้อนเข้าเครื่องพิมพ์มีลักษณะเป็นแผ่นเครื่อง พิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นอาจแบ่งตาม ขนาดของเครื่องได้เป็น 2 ประเภท คือ เครื่องพิมพ์ออฟเซต ขนาด เล็ก เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นทั่วไป

ก) เครื่องพิมพ์ออฟเซตขนาดเล็ก มักใช้พิมพ์สิ่งพิมพ์ขนาด A4 (ประมาณ 8.25 x 11.75) และใช้ในการพิมพ์ที่มีจำนวนการพิมพ์น้อยประมาณไม่เกิน 750 ชุด หรือแผ่นพิมพ์ แม่พิมพ์ที่ใช้มักทำจากกระดาษ พลาสติก หรือโลหะเครื่องพิมพ์ออฟเซตเล็กมีทั้งเครื่องพิมพ์สีเดียว และสองสีบางครั้ง เรียกเครื่องออฟเซตเล็กว่าเครื่องพิมพ์ขนาดตัด 11

ข) เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นทั่วไป นิยมใช้ในการพิมพ์งานออฟเซตส่วนใหญ่ ที่ต้อง มีคุณภาพมีทั้งเครื่องพิมพ์สีเดียว สองสี สี่สี ห้าสี หกสี และมากกว่า เครื่องพิมพ์ห้าสี และหกสี มักใช้พิมพ์งานที่มีขนาดเล็กกว่างานที่พิมพ์ด้วย เครื่องพิมพ์สี เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นทั่วไปมักใช้สิ่ง

พิมพ์ที่มีขนาดตั้งแต่เอสามขึ้นไปจนถึงขนาดประมาณ 47.24 x 63.00 นิ้ว (ประมาณ 1,200 x 1,600 มิลลิเมตร) หรือขนาดประมาณ 55 x 78 นิ้ว (1,397 x 1,982) ขึ้นกับว่าเป็นเครื่อง พิมพ์ที่ใช้ ใน ประเทศใด

2.1.2 การเตรียมความพร้อมงานพิมพ์ออฟเซต

งานพิมพ์ออฟเซตมีลักษณะคล้ายกับ งานพิมพ์ในระบบการพิมพ์อื่น คือประกอบด้วยการเตรียมพร้อมพิมพ์และการผลิตงานพิมพ์ ส่วนรายละเอียดการทำงานในแต่ละขั้นตอนนั้นแตกต่างจากระบบการพิมพ์ อื่น

การเตรียมพร้อมพิมพ์ เป็นงานที่ต้องทำเป็นขั้นตอนแรกบนเครื่องพิมพ์ สิ่งที่ต้องทำในขั้นตอนงานเตรียมพร้อมพิมพ์คือการเตรียมส่วนป้อนส่วนพิมพ์และส่วนรองรับของเครื่องพิมพ์ รวมทั้งการเตรียมวัสดุการพิมพ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมพิมพ์งาน ทั้งวัสดุใช้พิมพ์ หมึกพิมพ์ น้ำยาฟาวน์เทน และอื่นๆวัสดุใช้พิมพ์ที่สำคัญคือกระดาษการเตรียมกระดาษเข้าสู่งานเตรียมพร้อมพิมพ์ทำได้โดยการวางห่อกระดาษ ที่จะใช้พิมพ์ไว้ในห้องพิมพ์เพื่อให้กระดาษ ปรับระดับอุณหภูมิและระดับความชื้นภายในให้ใกล้เคียง กับระดับอุณหภูมิและปริมาณความชื้นสัมพันธ์ ในห้องพิมพ์แล้วจึงแกะห่อวัสดุที่หุ้มกระดาษพิมพ์ ออกเมื่อพร้อมพิมพ์งานไม่ควรแกะวัสดุที่หุ้มกระดาษก่อนใช้พิมพ์นานเกิดไปจากนั้นเตรียมป้อนกระ -ดาษเข้าไปที่ส่วนป้อนนอกจากนี้ควรเตรียมหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมกับวัสดุใช้พิมพ์และน้ำยาฟาวน์เทนที่มีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม ซึ่งในขั้นตอนนี้ในการพิมพ์โลหะก็จะไปทำการเตรียมแผ่นโลหะ แทนกระดาษ

ขั้นตอนต่อไป คือ การเตรียมส่วนป้อน และส่วนรองรับให้อยู่ในสภาพพร้อมทำงานจากนั้นติดแม่พิมพ์ เข้าไปที่โมพิมพ์ของแต่ละหน่วยพิมพ์ และเตรียมระบบทำชื้น และระบบหมึกให้พร้อม รวมทั้งปรับ ความสมดุลระหว่างน้ำและหมึก ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ที่มีความสามารถและความชำนาญ จะสามารถ ทำงานเตรียม พิมพ์โดยใช้เวลาน้อย และเกิดการสูญเสียวัสดุใช้พิมพ์น้อยที่สุด

ขั้นตอนงานพิมพ์เริ่มตั้งแต่การนำแม่พิมพ์ที่ผ่านการล้างและเคลือบกาวกระถินแล้วมาโอบเข้ากับโมแม่ พิมพ์ เมื่อการเตรียมพร้อมพิมพ์แล้วเสร็จ และเครื่องพิมพ์พร้อมพิมพ์งานต้องมีการล้างกาวกระถินที่ เคลือบผิวหน้าแม่พิมพ์ออกจากนั้นมีการจ่ายน้ำและหมึกไปบนแม่พิมพ์ด้วยลูกกลิ้งน้ำและลูกกลิ้งหมึก ตามลำดับ น้ำทำให้บริเวณไร้ภาพบนแม่พิมพ์ชื้นและไม่รับหมึก ส่วนหมึกพิมพ์จะเกาะเฉพาะบริเวณ ภาพบนแม่พิมพ์จากนั้นแม่พิมพ์จะถ่ายทอดภาพ และข้อความลงบนผ้ายางที่โอบรอบโมผ้ายางซึ่งสัม ผัสกับโมแม่พิมพ์ภาพและข้อความจากโมผ้ายาง จะถ่ายทอดลงบนวัสดุใช้พิมพ์ต่อไปโดยวัสดุใช้พิมพ์ จะเคลื่อนไประหว่างโมผ้ายางและโมกดพิมพ์ แรงกดที่ใช้ในการถ่ายทอดภาพและ

ข้อความต้องไม่มาก หรือน้อยเกินไปเพราะถ้าแรงกดมากเกินไปจะทำให้แม่พิมพ์สึกเร็ว ส่วนแรงกดพิมพ์ที่น้อยเกินไปทำ ให้ การ ถ่ายทอดภาพไม่อาจทำได้

ในขั้นตอนงานพิมพ์ ควรมีการทดลองพิมพ์งาน 2-3 แผ่น ดูก่อน ถ้าภาพพิมพ์ที่ได้มีตำแหน่งพิมพ์ที่ไม่ ถูกต้อง จากนั้นควรตรวจสอบค่าความดำของหมึก และแรงกดพิมพ์ที่เหมาะสม และปรับปุ่มหมึกเพื่อ ควบคุมปริมาณการจ่ายหมึก แล้วลองพิมพ์งานเพื่อให้ได้แผ่นพิมพ์แผ่นแรกที่มีคุณภาพตามต้องการ (okay sheet) แล้วใช้แผ่นพิมพ์นั้นเป็นต้นแบบเพื่อเปรียบเทียบ กับคุณภาพแผ่นพิมพ์ที่เหลือ บางครั้ง แผ่นพิมพ์ที่ใช้เป็นต้นแบบอาจเป็นแผ่นปรู๊ฟแต่การพิมพ์งานตามจำนวนโดยให้มีคุณภาพตามแผ่นปรู๊ฟ อาจทำได้ยาก เนื่องจากสภาวะที่ใช้ในการพิมพ์ต่างกัน เช่น เครื่องพิมพ์ปรู๊ฟใช้ความเร็วในการพิมพ์ ต่ำและพิมพ์ครั้งละสีจึงต่างจากสภาวะการพิมพ์ด้วยเครื่องจริงบางครั้งแม่พิมพ์ที่ใช้ในการปรู๊ฟเป็นแม่ พิมพ์ต่างชุดกับแม่พิมพ์ที่ใช้พิมพ์งานจริง และบางครั้งอาจมีการใช้หมึกพิมพ์และวัสดุใช้พิมพ์แตกต่าง กันดังนั้นถ้าต้องการพิมพ์งานตามจำนวน โดยให้มีคุณภาพตามแผ่นปรู๊ฟ จึงต้องเตรียมสภาวะที่ใช้ใน การพิมพ์ปรู๊ฟให้ใกล้เคียงสภาวะที่ใช้ในการพิมพ์งานตามจำนวน เช่น กระดาษ หมึกพิมพ์น้ำยาฟาวน์เทน แม่พิมพ์ และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้เป็น แบบเดียวกันมากที่สุด

2.1.3 การผลิตงานพิมพ์

สิ่งสำคัญในการผลิตงานพิมพ์ โดยเฉพาะในงานพิมพ์สอดสีคือการพิมพ์งานโดยให้มีความสม่ำเสมอใน การพิมพ์กันเหลื่อม และให้มีความสม่ำเสมอในด้านค่าความเข้มของสีหมึกพิมพ์ ดังนั้นจึงต้องมีการ ปรับสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ให้สม่ำเสมอในด้านตลอดเวลา โดยอาจมีการปรับการจ่ายน้ำและหมึก เล็กน้อยเพื่อคงความสมดุล และตรวจสอบความสม่ำเสมอในการพิมพ์กันเหลื่อม และความสม่ำเสมอ ของค่าความเข้มสีตลอดเวลาในกรณีที่ติดแถบควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ไว้ควรตรวจสอบคุณภาพงาน พิมพ์จากแถบควบคุมเป็นระยะ

การควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ทำได้โดย ใช้แถบควบคุมคุณภาพ เช่น โฟกรา พีเอ็มเอส (FOGRAPMS) เกรเท็กอูกรา (Gretag-UGRA) เป็นต้น แถบควบคุมคุณภาพ ทั้งสองแบบประกอบด้วยเส้นขนาดเล็ก ที่มีความหนาต่างๆ กัน รวมทั้งตารางควบคุมเม็ดสกรีนบวม (dot gain) และเม็ดสกรีนกร่อน (dot loss) และอื่นๆ เพื่อควบคุมการถ่ายทอดภาพจากแม่พิมพ์แต่ละ แผ่นให้เป็นไปโดยสม่ำเสมองานพิมพ์จาก คอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำงานมากขึ้น ทำให้สามารถลดขั้นตอน การผลิตงานพิมพ์ได้เกือบทุกขั้นตอน จากการเตรียมต้นฉบับในเครื่องพิมพ์แบบตั้งโต๊ะ มาสู่การพิมพ์งานบนเครื่องพิมพ์โดยตรง (computer-to-press) ในลักษณะการจัดพิมพ์แบบ อิเล็กทรอนิกส์ (electro nic publishing)

2.1.3.1 เทคนิคงานพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นตามลักษณะงานพิมพ์

งานพิมพ์มีหลายลักษณะที่สำคัญได้แก่ งานพิมพ์พื้นทึบ งานพิมพ์ลายเส้นและสกรีนสีเดียว งานพิมพ์สีพิเศษและงานพิมพ์สอดสี แต่ละลักษณะต้องการเทคนิคในการพิมพ์ที่เหมาะสมในการที่จะพิมพ์งานให้ได้งานพิมพ์ดีมีคุณภาพตามต้องการ ดังนี้

- งานพื้นทึบ

งานพื้นทึบที่มีคุณภาพต้องมีสีของพื้นทึบเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีรอยหรือแนวของลูกกลิ้งปรากฏบนแผ่นพิมพ์ เทคนิคของการพิมพ์งานพื้นทึบให้มีคุณภาพดีทำได้โดยการพิมพ์ทับสองเที่ยวพิมพ์โดยครั้งแรกจะพิมพ์พื้นบางๆแล้วรอให้แห้ง จากนั้นนำมาพิมพ์ซ้ำอีกเที่ยว ทั้งนี้ในขณะทำการพิมพ์เที่ยวพิมพ์ที่สองอาจกลับด้านฟันจับกระดาษป้อนเข้าพิมพ์ด้วย จะทำให้งานพิมพ์พื้นทึบมีสีอิ่มตัวและเรียบสม่ำเสมอดีมากขึ้น การไม่พิมพ์สีให้อิ่มตัวในการพิมพ์ครั้งเดียว เพราะจะทำให้หมึกพิมพ์เยิ้มและแฉะเกิดการเปื้อนเลอะกระดาษด้านหลังที่ซ้อนทับลงมา สำหรับสีหมึกพิมพ์ที่ใช้มักเป็นสีพิเศษที่ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ต้องผสมขึ้น หรือให้บริษัทหมึกพิมพ์เป็นผู้ผลิตให้ โดยต้องผ่านการยอมรับจากลูกค้าก่อนว่าเป็นสีที่ลูกค้าต้องการ

ในขณะพิมพ์งานพื้นทึบทั้งแผ่นหรือที่ช่างพิมพ์เรียกกันว่า “งานพิมพ์ย้อมพื้น” ผู้ปฏิบัติงานสามารถพิมพ์โดยไม่จ่ายน้ำเลยได้ แต่ต้องไม่จ่ายหมึกพิมพ์มากจนกระทั่งชั้นหมึกพิมพ์หนาเกินไปเพราะไม่เพียง แต่ความเข้มของสีบนแม่พิมพ์ไม่เข้มมากขึ้นแล้วชั้นหมึกพิมพ์ที่หนาเกินไปจะทำให้หมึกพิมพ์แห้งตัวช้า

ในส่วนรองรับงานพิมพ์พื้นทึบไม่ควรตั้งกองแผ่นพิมพ์สูงเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการซับหลังและ ไม่แนะนำให้พ่นแป้งมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการมันวาวของสีแผ่นพิมพ์ลดลง

ในงานพิมพ์พื้นทึบสีดำ เมื่อพิมพ์สีดำเพียงสีเดียวงานพิมพ์ที่ได้จะไม่ดำสนิทแม้จะทำการพิมพ์ทับกันสองรอบพิมพ์ก็ตามจึงไม่นิยม แต่ใช้วิธีพิมพ์สีน้ำเงินเขียวเป็นพื้นสกรีน 50%ในการพิมพ์ครั้งแรกก่อน แล้วจึงพิมพ์ด้วยสีดำทับเป็นรอบที่สองจึงทำให้งานพิมพ์สีดำดูดำสนิท หรือใช้หมึกสีดำพิเศษ (super black) ซึ่งมีสีดำสนิทและทึบในการพิมพ์สีพื้นของภาพสกรีนที่ต้องการมีสีดำสนิทดังที่ได้กล่าวแล้ว ว่าการพิมพ์สีพื้นทึบให้สวย และมีสีอิ่มตัวต้องมีการพิมพ์ซ้อนทับกันสองเที่ยวซึ่งเป็นข้อได้เปรียบ ของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์ป้อนม้วน ที่เมื่อป้อนกระดาษ เข้าพิมพ์หนึ่ง เที่ยวแล้วสามารถนำกระดาษป้อนเข้าพิมพ์อีกเที่ยวก็ได้ แต่เครื่องพิมพ์นั้นต้องมีความแม่นยำในการ ป้อนกระดาษเข้าพิมพ์ในแต่ละครั้งให้ลงในตำแหน่งเดิมได้ทุกครั้ง

ในกรณีพิมพ์สีพิเศษสีทองและสีเงิน โดยสีทองหรือสีเงินเป็นสีพื้นและมีตัวอักษรขนาดเล็กสีเข้มพิมพ์ทับ จึงไม่นิยมเจาะขาวพื้นสีทองและสีเงินแล้วจึงพิมพ์ตัวอักษร ลงไปเพื่อให้สีของตัวหนังสือ ไม่เพี้ยน ในกรณีที่มีตัวหนังสือสีทองหรือสีเงินบนพื้นสีต้องเจาะพื้นสีนั้น เพื่อให้สีทองหรือเงินดูดซับแต่ถ้าตัว หนังสือ มีขนาดเล็กก็ไม่ต้องเจาะขาว แต่งานในลักษณะนี้จะทำให้อ่านตัวหนังสือไม่ออกจึงไม่นิยมทำ

- งานลายเส้นสกรีนสีเดียว

งานลายเส้นสกรีนสีเดียว มักเป็นงานพิมพ์ตัวพิมพ์ล้วนๆ งานตำรา เรียนนวนิยายเป็นต้นงานประเภทนี้มักพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีดำ หรือสีอื่นเพียงสีเดียวและมักพิมพ์เป็น ยก ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ต้องตรวจสอบงานพิมพ์ในแต่ละยกพิมพ์ว่าสีของทุกกรอบทุกยก มีน้ำหนักสีหรือ ความเข้มเท่ากัน กรอบหน้าและกรอบหลังเป็นคู่ที่ถูกต้อง ทำให้เลขหน้าในยกพิมพ์เมื่อทดลองพับแล้ว มีลำดับถูกต้อง หากแต่เป็นงานต่างชิ้น เพราะเนื้อหาเป็นหนังสือต่างเล่มกัน ความผิดพลาดนี้อาจเกิด ขึ้นได้จากการทำแม่พิมพ์ผิดพลาด หรือจากการสับสนใช้แม่พิมพ์จากงานต่างชิ้น แต่ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องก่อนงานพิมพ์จริง เพราะแผ่นพิมพ์ในยกนั้นถ้าผิดพลาด จะต้องตัดกระดาษ เพื่อทำการพิมพ์ใหม่ ซึ่งไม่เพียงแต่เสียกระดาษอันเป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของงานพิมพ์แล้ว ยังต้องเสีย เวลาในการพิมพ์งานนั้นเพิ่มขึ้นอีก

ในยกพิมพ์ที่มีภาพสกรีนตัดตก ควรหันให้ด้านที่มีสกรีนตัดตกอยู่ปลายกระดาษหรือด้านที่ไม่ใช้ด้านฟันจับ ไม่เช่นนั้นเมื่อผ่านการเจียนอาจเกิดขอบสีขาว ของกระดาษได้ถ้าการจัดวางรูปแบบไม่ได้จัดให้หน้าที่มีภาพตัดตกอยู่ทางด้านฟันจับกระดาษแล้ว ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ต้องปรับเลื่อนโมแม่พิมพ์ให้พิมพ์ภาพตัดตกนั้นให้มีขอบเพียงพอที่จะเจียนได้พอดี แต่การเจียนนี้จะทำให้สิ่งพิมพ์มี ขนาดเล็กลงกว่าเดิม เล็กน้อย มิฉะนั้นต้องทำแม่พิมพ์ใหม่โดยหมุนให้ด้านที่มีสกรีนตัดยกอยู่ด้านปลายของแม่พิมพ์

- งานพิมพ์สีพิเศษ

งานพิมพ์สีพิเศษในที่นี้หมายถึงงานพิมพ์ที่ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ต้องผสมสีของหมึกขึ้น หรือบริษัทผู้ผลิตหมึก ผสมให้ตามสีตัวอย่างที่ลูกค้าต้องการ งานพิมพ์ประเภทนี้จำนวนสีหมึกพิมพ์สูงสุดคือสามสีและเป็นงานพิมพ์ลายเส้นและงานพื้นทึบประกอบกัน อาจมีภาพสกรีนด้วยแต่ภาพสกรีนจะ ไม่พิมพ์ซ้อนทับ เหมือนงานพิมพ์สอดสี เนื่องด้วยภาพสกรีนที่พิมพ์ซ้อนทับกันอาจสมกันและได้สี เคลือบเกือบดำหรือสีอื่นที่ไม่สามารถคาดเดาได้ เนื่องด้วยสีพิเศษที่ได้จากการผสมกันมักเป็นสีไม่โปร่งใสเหมือนสีหมึกชุดที่ใช้การพิมพ์สอดสี

ลำดับการพิมพ์สีพิเศษให้จัดลำดับการพิมพ์ สีพิเศษ สีอ่อนขึ้นก่อนพิมพ์สีเข้มและเลือกพิมพ์ที่มีบริเวณ ภาพพิมพ์น้อย ๆ ก่อนพิมพ์สีที่มีบริเวณภาพมาก ๆ ทั้งนี้ต้องผสานกับผู้ปฏิบัติงานประกอบ

ฟิล์มและ วาง หน้าก่อนทำพิมพ์ โดยปกติงานพิมพ์ลายเส้นสีเข้มบนพื้นสีอ่อน ไม่มีความจำเป็นต้องเจาะขาวหรือ เว้นไม่พิมพ์สีพื้นที่มีสีอ่อนในตำแหน่งที่จะพิมพ์สีเข้มทับลงบนสีอ่อนได้โดยตรง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา พิมพ์เหลื่อมในทางตรงข้ามถ้าพิมพ์พื้นสีเข้มและพิมพ์ลายเส้นสีอ่อน ต้องพิมพ์ลายเส้นสีอ่อนก่อนแล้ว ค่อยพิมพ์สีเข้ม โดยต้องเว้นหรือเจาะขาวบนพื้นสีในตำแหน่งที่พิมพ์สีอ่อน ทั้งนี้ควรปรับขนาดของ ลายเส้นให้ใหญ่เล็กน้อยเพื่อป้องกันการพิมพ์จนเห็นขอบสีขาวของกระดาษ การทำให้ลายเส้นมีขนาด เล็กที่ใหญ่ ต้องทำในงานประกอบฟิล์ม หรือชดเชยในโปรแกรมสร้างภาพ

สำหรับในงานพิมพ์ลายเส้นสีพิเศษ สีเข้มใกล้เคียงกันในเครื่องพิมพ์สีเดียวพื้นสีพิเศษต้องมีการเว้นไม่พิมพ์เพื่อให้สีที่พิมพ์ไม่ผิดเพี้ยน การพิจารณาเลือกพิมพ์สีใดก่อนขึ้นอยู่กับบริเวณภาพของสีนั้นๆให้เลือกพิมพ์สีที่มีบริเวณภาพพิมพ์น้อยขึ้นก่อน เพราะแผ่นพิมพ์จะแห้งเร็ว ถ้าเลือกพิมพ์สีที่มีบริเวณมากจะต้องรอให้แผ่นพิมพ์แห้งก่อนจึงพิมพ์สีถัดไปได้ ไม่เช่นนั้นสีแรกอาจเปื้อนเลอะได้

แต่ในงานพิมพ์ที่ต้องการความถูกต้องของการมองเห็นสี ต้องพิมพ์สีพิเศษที่มีบริเวณกว้างก่อนแล้วจึงพิมพ์สีอื่นที่มีบริเวณน้อยภาพทีหลังแม้จะต้องพบปัญหาหมึกพิมพ์ไม่แห้งก็ตาม เพื่อป้องกันการมองเห็นสีที่มีบริเวณน้อยมีสีเพี้ยนไป อันเนื่องมาจากอิทธิพลของสีพื้นที่มีบริเวณกว้างนั้นเอง ปัญหานี้มักเกิดในกรณีสีพิเศษที่สองมีความเปรียบต่างของสีที่ต่างกันมาก หรือเป็นสีที่มีสีคู่ตรงข้ามกันโดยสีอ่อนนั้นเป็นสีที่มีพื้นที่พิมพ์น้อยและสีเข้มเป็นสีที่มีพื้นที่พิมพ์มาก แม้ว่าเมื่อพิมพ์สีอ่อน จนสีอ่อนได้สีถูกต้องตามตัวอย่างสีที่ให้มาแล้ว แต่เมื่อพิมพ์สีเข้มหรือสีดำเป็นสีที่สอง โดยสีดำเป็นสีพื้นที่มีบริเวณกว้างสีดำจะไปมีอิทธิพลต่อการมองเห็นสีอ่อนหรือสีเทาของตัวพิมพ์ ข้อความจะทำให้สีเทาดูเพี้ยนไป จากเดิมดังนั้นในการผสมสีพิมพ์ให้เหมือนกับตัวอย่างสีในครั้งแรก ต้องคำนึงถึงความเพี้ยนของสีเป็น สำคัญโดยพิมพ์สีเข้มซึ่งเป็นสีพื้นหรือสีที่มีบริเวณกว้างก่อนแล้วจึงพิมพ์สีอ่อนซึ่งเป็นสีที่มีบริเวณพื้นที่พิมพ์น้อยเพื่อให้ได้สีอ่อนตามความต้องการโดยไม่ผิดเพี้ยนแต่ถ้าเป็นงานพิมพ์เก่าที่เคยพิมพ์หรือ เคย ผสมสีมาแล้วก็สามารถนำสีอ่อนที่มีพื้นที่พิมพ์น้อยขึ้นพิมพ์ก่อน เพื่อไม่เกิดปัญหาหมึกพิมพ์ไม่แห้งใน

งานพิมพ์สีพิเศษพื้นทึบเป็นแถบ หรือแนวร่วมกับลายเส้นหรือสกรีน อาจเกิดปัญหาการพิมพ์ที่ไม่สามารถจ่ายหมึกพิมพ์ได้สม่ำเสมอตลอดแผ่นพิมพ์ได้ และเมื่อพิมพ์ไปสักระยะภาพจะจางของลายเส้น หรือสกรีนในบริเวณที่ต้องการพิมพ์พื้นทึบขึ้นได้เรียกว่าเกิดภาพหลอก (ghost image) ปัญหานี้มักเกิด จากการจัดตำแหน่งภาพบนแม่พิมพ์ในแนวพื้นทึบและลายเส้นสกรีนอยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นรอบวงของแม่พิมพ์

โดยรับปริมาณการจ่ายหมึกให้แก่แม่พิมพ์ตลอดเส้นรอบวงของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ จึงต้องจัดวางตำแหน่งของแนวพื้นทึบ และลายเส้นหรือสกรีนเรียงกันไปตามความยาวของโมแม่พิมพ์ เพื่อให้สามารถปรับการจ่ายหมึกตลอดความยาวของโมแม่พิมพ์ได้ตามลักษณะของงานพิมพ์บนแม่พิมพ์ กล่าวคือบริเวณพื้นทึบจ่ายหมึกมากบริเวณลายเส้นหรือสกรีนจ่ายหมึกน้อยทั้งนี้ต้องผสานกับผู้ปฏิบัติการวางหน้าและการทำแม่พิมพ์

ในงานพิมพ์สีพิเศษอาจนำหมึกชุดสอดสีมาใช้พิมพ์ นอกเหนือจากเทคนิคการพิมพ์สีพิเศษที่กล่าวไปแล้วข้างต้นคือ เลือกพิมพ์สีที่มีสีอ่อนก่อน หรือเลือกพิมพ์สีที่มีบริเวณภาพน้อยขึ้นพิมพ์ก่อนแล้วยังต้องพิจารณาตำแหน่งที่มีการพิมพ์ซ้อนทับของสีพิเศษที่ใช้หมึกพิมพ์ชุดสอดสีพิมพ์ด้วยเนื่องด้วยสีหมึกชุดสอดสีเป็นสีโปร่งใสการพิมพ์สีซ้อนทับกันจะก่อให้เกิดสีใหม่ขึ้นซึ่งไม่อาจคาดได้จากสมุดหรือ แผ่นพิมพ์สอดสีหรือแผ่นสีมาตรฐาน หรือแผ่นโพรเซสส์คัลเลอร์ชาร์ต (Process color chart) ในการ พิมพ์สีมาตรฐานจะมีการระบุพื้นที่เม็ดสกรีนของแต่ละสีหมึกพิมพ์ที่พิมพ์สีเดียว สองสีซ้อนทับกัน และ สามสีซ้อนทับกัน

ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความถูกต้องของสีที่เกิดขึ้นจากการพิมพ์ซ้อนทับ ตัวอย่างเช่นตำแหน่งของภาพที่ลูกค้าต้องการให้เป็นสีแดง ต้องมีการพิมพ์ซ้อนทับ ของพื้นทึบของหมึก พิมพ์สีเหลืองกับ สีม่วง แดง โดยต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ณ ตำแหน่งที่มีการพิมพ์ซ้อนทับกันของบริเวณภาพหรือลายเส้น ที่กำหนด ให้มีการซ้อนทับของขนาดพื้นที่เม็ดสกรีน ของสีหมึกพิมพ์มากถึงสามสีว่าสีที่เกิดจากการ ผสมสีถูกต้องตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ และที่สำคัญเกิดปัญหาลายตาเสื่อขึ้นหรือไม่ถ้าเกิดลายตาเสื่อ ขึ้นแสดงว่าองศาสกรีนของแต่ละสีมีมุมต่างกันไม่เท่ากับ 30 องศา ต้องปรับแก้การประกอบฟิล์มให้ ถูกต้องแล้ววางหน้าพิมพ์ทำแม่พิมพ์ใหม่

- งานพิมพ์สอดสี

การพิมพ์งานสอดสีให้มีคุณภาพถ้าเป็นไปได้ควรพิมพ์บนเครื่องพิมพ์ออฟเซต 4 สี หรือ 2 สีแทนเครื่อง พิมพ์สีเดียว ถ้าเป็นงานโปสเตอร์ขนาดใหญ่ควร พิมพ์เพียงชิ้นเดียวเพราะการลงพิมพ์พร้อมกันจะทำ ให้การ ควบคุมคุณภาพงานการพิมพ์ยากมากขึ้นตามจำนวนชิ้นงานที่เพิ่มมากขึ้นบนแผ่นพิมพ์เดียวกัน เพราะต้องควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำ และหมึกพิมพ์เป็นบริเวณกว้างเพื่อให้บริเวณภาพพิมพ์ได้บนน้ำ และหมึกพิมพ์ในปริมาณที่เหมาะสมเท่ากันทุกบริเวณ ทำให้ภาพพิมพ์ทุกชิ้นบนแผ่นงานพิมพ์เดียวกัน มีคุณภาพดีเหมือนกัน

ในงานพิมพ์หนังสือ สิ่งที่กำหนดให้สีที่เกิดจากการพิมพ์ซ้อนทับ ของสีหมึกพิมพ์ชุดสอดสีมากถึงสาม สี และมีสีทุกหน้าของแผ่นพิมพ์ หรือเป็นสีที่ใช้พิมพ์เป็นบริเวณกว้างในการพิมพ์โปสเตอร์การควบคุม คุณภาพระหว่างพิมพ์ให้สีที่เกิดขึ้นจากการพิมพ์ซ้อนทับนั้นเหมือนกันหรือต่อกันได้สนิท ทุก

หน้าหรือ หรือ เหมือนกับสีตัวอย่างที่ลูกค้าต้องการนั้นเป็นการยาก ถ้าเป็นงานคุณภาพควรพิมพ์เป็นสีพิเศษแยก ต่างหากโดยพิมพ์เป็นสีที่ 5

เทคนิคในการพิมพ์สอดสีให้มีคุณภาพดี คือ ภาพพิมพ์ต้องพิมพ์ซ้อนทับกันโดยไม่เหลื่อม การพิมพ์งาน ให้ซ้อนทับการโดยไม่เหลื่อมนั้น นอกเหนือจากการป้อนกระดาษเข้าพิมพ์ได้ตำแหน่งตรงกันทุกแผ่น แล้วยังต้องดำเนินการดังนี้

ก) การอาบน้ำกระดาษ การพิมพ์งานหลายสีด้วยเครื่องพิมพ์สีเดียวหรือสองสี เพื่อป้องกันการยืดตัวของกระดาษ มักจะมีการเดินกระดาษผ่านเครื่องพิมพ์โดยไม่จ่ายหมึกพิมพ์ก่อนหนึ่งเที่ยวเรียกกัน โดยทั่วไปว่า อาบน้ำกระดาษ เพื่อให้กระดาษได้รับความชื้นจากการพิมพ์ กระดาษจะยืดตัวบ้างเมื่อเวลา พิมพ์งานจริง ในภายหลังจะได้ไม่เกิดปัญหายืดตัวอีกแต่ถ้าใช้เครื่องพิมพ์สี่สีก็ไม่มีความจำเป็นต้องอาบ น้ำกระดาษ ยกเว้นกระดาษพิมพ์ที่มีขุยกระดาษหรือแป้งบนกระดาษมาก ก็จำเป็นต้องป้อนกระดาษ ผ่านเครื่องพิมพ์ก่อนหนึ่งเที่ยว โดยไม่ต้องลงลูกกลิ้งน้ำคลึงแม่พิมพ์เพื่อให้ขุยกระดาษและแป้งไปเกาะ อยู่ที่ผ้ายาง และเช็ดทำความสะอาดแม่พิมพ์ก่อนพิมพ์จริง

ข) ทิศทางการป้อนกระดาษ การป้อนกระดาษเข้าพิมพ์ก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยทั่วไปมักป้อนกระดาษเป็นทิศทางขวางเครื่องหรือขวางเกรนของกระดาษ เพราเมื่อใดที่กระดาษยืด ก็สามารถชดเชยการยืดของกระดาษด้วยการเพิ่มหรือลดขนาดของเส้นรอบวงของโมผ้ายาง หรือโมแม่พิมพ์ได้ใน กรณีการพิมพ์ซ้อนทับกันของภาพพิมพ์สอดสี และมักเกิดกับเครื่องพิมพ์สีเดียวแต่ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์สี่สี ปัญหาการยืดตัวของกระดาษก็จะหมดไป

ค) ลำดับการพิมพ์สี การเลือกลำดับของสีว่าควรจะพิมพ์สีใดเป็นลำดับที่เท่าไร ก่อนหรือหลังมีเทคนิคควรพิจารณาดังนี้ ถ้าใช้เครื่องพิมพ์หลายสี ให้พิมพ์สีที่มีความเหนียว หนืดเรียงลำดับจากมาก ไปน้อย เพื่อป้องกันการพิมพ์สีที่สองและสามและสี่ไม่ติด หรือป้องกันปัญหาสีหมึก พิมพ์ทีหลังดึง หรือถอดหมึกพิมพ์ที่พิมพ์ก่อนหรือปัญหาการจับหมึกกลับ

ลำดับการพิมพ์สีจะแตกต่างกัน ตามลักษณะของเครื่องพิมพ์สมาคมวิจัยเยอรมัน เพื่อเทคโนโลยีการผลิตและการพิมพ์ (Deutsche Forschungsgesellschaft Fur Druck und reproductiontechnic E.V.) หรือโฟกรา (FOGRA) ได้แนะนำให้ผลิตสีดังนี้

- เครื่องพิมพ์สีเดียว ให้มีลำดับการพิมพ์สีเป็น สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ
- เครื่องพิมพ์สองสี ให้มีลำดับสีเป็น สีน้ำเงินเขียว และสีม่วงแดง ในเที่ยวพิมพ์แรก และในเที่ยวพิมพ์ที่สอง สีดำ และสีเหลือง
- เครื่องพิมพ์สี่สี ให้มีลำดับการพิมพ์สีเป็นสีดำ สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง และสีเหลือง ตามลำดับ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ในทางปฏิบัติลำดับการพิมพ์กระทำได้โดยเลือกที่จะพิมพ์สีที่มีพื้นที่พิมพ์น้อยก่อนพื้นที่พิมพ์มากและเลือกที่จะพิมพ์สีเข้มก่อนพิมพ์สีอ่อนมากกว่าลำดับของความเหนียวหนืดของหมึกพิมพ์ เพราะผู้ปฏิบัติงานปรับความเหนียวหนืดของหมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกับลำดับการพิมพ์สีที่ใช้โดยการเติมสารเพิ่มหรือ ลดความเหนียวหนืดลงในหมึกพิมพ์เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการจับหมึกกลับ แต่การกระทำดังกล่าวเป็น สิ่งไม่ควรทำอย่างยิ่ง เพราะจะเกิดสารลดความเหนียวหนืดลงใน หมึกพิมพ์จะทำให้หมึกพิมพ์มีความ อิ่มตัวสีลดลงต่ำ ทำให้ภาพพิมพ์มีสีจางทำให้ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ก็เพิ่มปริมาณการจ่ายหมึกมากขึ้นซึ่งทำ ให้ชั้นพิมพ์หนาขึ้นและภาพพิมพ์ดูสีเข้มขึ้น แต่การเพิ่มปริมาณการจ่ายหมึกพิมพ์มากขึ้นอาจทำให้ เม็ดสีสกรีนบวมมากขึ้น สีของการพิมพ์จะเพี้ยนไม่เหมือนแผ่นปรู๊ฟหรือแผ่นโอเคชิทได้โดยเฉพาะภาพ ภาพจะเสียรายละเอียดในส่วนเงาไปตามลำดับ การพิมพ์สียังแตกต่าง กันตามจำนวนสีที่พิมพ์บนเครื่อง พิมพ์ด้วยดังนี้

ในเครื่องพิมพ์สีเดียวให้พิมพ์สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ เพราะการพิมพ์สีน้ำเงินเขียวมักเป็นสีที่มีพื้นที่พิมพ์มาก และมีเป็นสีที่มีความเข้มสูง ง่ายต่อการดูน้ำหนักสีได้ด้วยตา และสามารถพิจารณาขนาดเม็ดสกรีนได้ด้วยแว่นขยายง่ายกว่าสีอื่น และเลือกพิมพ์สีดำเป็นสีสุดท้าย เพราเป็นสีที่เข้มที่สุดที่กำหนดความคมชัดของภาพ การพิมพ์หลังสุดช่วยให้ภาพดูคมชัดขึ้น แต่ไม่เลือกเป็นสีแรก เพราะสีดำเป็นสีที่มีพื้นที่พิมพ์น้อย และมักมีรายละเอียดในส่วนเงาของภาพมากกว่าส่วนอื่น และจะไม่เลือกพิมพ์สีเหลืองเป็นสีแรก ถึงแม้จะเป็นสีที่มีพื้นที่พิมพ์เป็นบริเวณกว้างก็ตาม เพราะเป็นสีที่อ่อน การพิจารณาน้ำหนักสีของภาพนั้นเป็นการยาก ถ้าผู้พิมพ์จ่ายหมึกพิมพ์สีเหลืองมากหรือน้อยเกินไป จะไม่สามารถพิจารณาความแตกต่างได้ และถ้ามีการจ่ายหมึกพิมพ์มากหรือน้อยเกินไป ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์จะไม่ทราบจนกระทั่งพิมพ์ครบสี่สี จึงจะทราบว่าภาพพิมพ์ที่ได้มีสีผิดเพี้ยน จึงจำเป็นต้องทำการพิมพ์ใหม่ ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์สองสี ในทำนองเดียวกันต้องเรียงลำดับความเหนียวหนืด ของหมึกพิมพ์จากมากไปน้อย มักเลือกพิมพ์สีที่มีพื้นที่พิมพ์น้อยและสีอ่อนก่อนเช่นกัน ตัวอย่างเช่น เลือกที่จะพิมพ์สีน้ำเงินเขียว และพิมพ์สีม่วงแดงในรอบพิมพ์ที่หนึ่ง สีเหลืองและสีดำในรอบพิมพ์ที่สอง สำหรับเครื่องพิมพ์สี่สีจะใช้ลำดับการพิมพ์สีเป็น สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำตามลำดับสีที่พิมพ์อยู่ด้านบนจะมีอิทธิพลต่อการมองเห็นสีมากกว่าสีที่อยู่ด้านล่าง ดังนั้นลำดับการพิมพ์สี ที่ต่างกันมีผลต่อสีที่ปรากฏบนแผ่นพิมพ์ ตัวอย่างเช่น ในการพิมพ์สีแดงพื้นทึบเป็นบริเวณกว้างหรือเป็นส่วนสำคัญของสีบนแผ่นพิมพ์โดยใช้หมึกพิมพ์สีเหลือง และสีม่วงแดงซ้อนทับกันลำดับสีที่ต่างกันจะได้สีแดงที่ต่างกัน กล่าวคือ การพิมพ์พื้นทึบสีเหลืองก่อนแล้วพิมพ์สีพื้นทึบสีม่วงแดงทับ สีแดงพิมพ์ได้จะออกแดงเข้ม แต่ถ้าเป็นการพิมพ์สีพื้นทึบม่วงแดงก่อนแล้วพิมพ์สีพื้นทึบสีเหลืองทับสีแดงที่พิมพ์ได้ จะออกแดงส้ม ดังนั้นการจัดลำดับการพิมพ์ต้องคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าด้วยว่าสีแดงบนแผ่น พิมพ์เป็นแดงลักษณะใด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 19 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 246665

ง) ค่าความดำ ในการพิมพ์งานสอดสีต้องควบคุมค่าความดำพื้นทึบ ของหมึกพิมพ์แต่ละสีให้เท่ากับแผ่นปรู๊ฟสีหรือให้ได้ค่าความดำพื้น ทึบตามมาตรฐานในแต่ละสีที่ พิมพ์บนกระดาษพิมพ์แตกต่างกันดังนี้

ในทางปฏิบัติโรงพิมพ์ทั่วไปที่ยังไม่มีอุปกรณ์วัดค่าความดำ ก็จะพิจารณางานพิมพ์ว่ามีความเข้มมากพอโดยการพิจารณาน้ำหนักสีด้วยตาซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่แนะนำให้กระทำ ควรใช้เครื่องวัดความดำในการวัด ค่าความดำพื้นทึบให้ตามมาตรฐานหรือให้ได้เท่ากับแผ่นปรู๊ฟไม่เช่นนั้นการจ่ายหมึกพิมพ์ในปริมาณที่มากเกินไปอาจก่อให้เกิดปัญหาเม็ดสกรีนบวมได้ทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้ไม่คมชัดหรือสูญเสียราย ละเอียดในส่วนเงาได้

จ) เม็ดสกรีนบวม (dot gain) ในงานพิมพ์สอดสีต้องควบคุมให้มีการถ่ายทอดเม็ดสกรีนบนภาพพิมพ์ตามมาตรฐานหมึกพิมพ์แต่ละสีให้เท่ากับแผ่นปรู๊ฟสี หรือให้ได้ค่าเม็ดสกรีนบวมตามมาตรฐานที่พิมพ์บนกระดาษพิมพ์ และพิมพ์บนเครื่องพิมพ์ที่แตกต่างกันดังนี้

ในทางปฏิบัติมักมีการควบคุมเม็ดสกรีนบวม โดยการใช้แว่นขยายส่องดูขนาดของเม็ดสกรีนที่ปรากฏบนแผ่นพิมพ์ให้มีขนาดใกล้เคียงกับแผ่นปรู๊ฟเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงขนาดเม็ดสกรีนบวมที่เกิดขึ้นจริงหรือควบคุมเม็ดสกรีนบวมอยู่ในมาตรฐานทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้ไม่คมชัดและมีสีผิดเพี้ยนไป

ประเภทของงานพิมพ์ในที่นี้ หมายถึง งานพิมพ์ที่ลูกค้าสั่งพิมพ์นั่นเป็นงานหนังสือ งานโปสเตอร์หรือ งานบรรจุภัณฑ์ งานแต่ละประเภทนั้นจะนำไปใช้ทำอะไร ยกตัวอย่างเช่น พิมพ์หนังสือเรียนงานพิมพ์ ได้เมื่อ พิมพ์เรียบร้อยแล้ว จะเป็นงานที่เก็บอยู่ในชั้นหนังสือเวลาจะอ่านก็หยิบมาเปิดอ่านดู อ่านเสร็จก็ เก็บจะเห็นว่าหนังสือมีโอกาสได้รับแสงสว่างก็ต่อเมื่อผู้ใช้นำมาเปิดอ่าน ผิดกับโปสเตอร์ที่พิมพ์แล้วจะ ต้องนำไปปิดประกาศไว้กลางแจ้งให้คนที่เดินผ่านไปมาได้เห็น การใช้งานจึงต่างกัน โปสเตอร์ที่เก่าและ ติดไว้กลางแจ้ง นานๆ จะมีสีบางสีหายไปโดยเฉพาะสีเหลืองและสีม่วงแดงจะหายไปก่อนตามลำดับจะ เห็นแต่สีน้ำเงินเขียวและสีดำเหลืออยู่ ผู้ที่พิมพ์โปสเตอร์ก็ควรเลือกหมึกทนแสงแดดเนื่อง จากหมึกทน แสงแดดจะมีราคาแพงในทางปฏิบัติ จะเลือกให้หมึกสีเหลืองที่ทนแดดมาพิมพ์แทนหมึกสีเหลืองเดิม โดยที่ไม่ได้ใช้หมึกทนแดดทั้งชุดพิมพ์ เพื่อประหยัดค่าหมึกพิมพ์ สำหรับงานพิมพ์ที่ใช้สำหรับบรรจุ ภัณฑ์จะต้องศึกษาว่าจะนำไปใส่ผลิตภัณฑ์ประเภทใด ถ้าพิมพ์ใส่สารเคมีจะต้องเลือกหมึกพิมพ์ที่ทน ต่อสารเคมีนั้นๆในการพิมพ์งาน

- งานพิมพ์หนังสือ หนังสือมักจะมีหลายหน้าและมีจำนวนพิมพ์มาก ต้องพิมพ์หลายครั้งกว่าจะได้หนังสือเป็นเล่ม การพิมพ์ต่างเวลาโดยไม่ต่อเนื่อง อาจเกิดปัญหาในการ พิมพ์ได้สิ่งพิมพ์ที่มีสีอ่อน แก่ไม่เท่ากัน ทำให้หนังสือบางหน้าซีดและบางหน้าเข้ม เทคนิคที่จะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาคือให้พิมพ์ แผ่นพิมพ์ที่เป็นมาตรฐานหนึ่งแผ่นและติดไว้ที่โต๊ะดูสิ่งพิมพ์ เมื่อพิมพ์ยกอื่นๆ ให้นำแผ่น

พิมพ์ที่ได้มา เทียบกับแผ่นพิมพ์ที่เป็นมาตรฐานหนึ่งแผ่น และติดไว้ที่โต๊ะดูสิ่งพิมพ์ เมื่อพิมพ์ยกอื่นๆ ให้นำแผ่น พิมพ์ที่ได้มาเทียบกับแผ่นพิมพ์มาตรฐานการพิมพ์หนังสือจะต้องพิมพ์สองหน้า จะต้องระวังหมึกพิมพ์ เลอะหลัง โดยไม่ควรตั้งกองแผ่นพิมพ์สูงเกินไป เมื่อพิมพ์เสร็จสีหนึ่งควรพ่นแป้งเพื่อป้องกันการซับ หลังเลอะหลัง การพิมพ์กระดาษสองด้านในงานพิมพ์หนังสืออาจเป็นการพิมพ์กลับนอกหรือกลับใน จึงควรทำเครื่องหมายที่กองแผ่นพิมพ์สูงเกินไปเมื่อพิมพ์เสร็จสีหนึ่ง ควรใช้ปากกาขีดเป็นแนวยาวที่ ด้านหลังหรือด้านข้างดังที่ได้กล่าวมาแล้วเพื่อจะได้ป้อนกระดาษพิมพ์ครั้งแรกทางด้านไหน และป้อง กันการนำกระดาษป้อนเข้าพิมพ์ผิดด้าน

- งานพิมพ์โปสเตอร์ มักจะใช้กระดาษพิมพ์ค่อนข้างหนา ที่มีน้ำหนักพื้นฐานตั้งแต่ ประมาณ 160 – 400กรัมต่อตารางเมตร การพิมพ์ด้วยกระดาษหนาจะพิมพ์ค่อนข้างยาก เพราะต้องระวังในเรื่องกระดาษวิ่งซ้อนแผ่นแล้วเลยเข้าไปอัดในโมแม่พิมพ์ ทำให้เกิดความเสียหายต่อแม่พิมพ์และผ้ายางได้ง่าย ผู้ควบคุมเครื่องพิมพ์จึงต้องระมัดระวังในการปรับตั้งหน่วย ป้อนกระดาษให้ป้อนกระดาษอย่างสม่ำเสมอและพิมพ์อย่างช้าๆ กระดาษที่ใช้พิมพ์โปสเตอร์ส่วนใหญ่ มักจะใช้กระดาษที่มีผิวหน้าด้านหนึ่งเป็นสีขาว หรือหน้าแป้งมักหลุดได้ง่ายเมื่อพิมพ์หมึกลงไปอาจเกิดการถอนผิดกระดาษ ทำให้งาน พิมพ์ไม่เรียบและมีรอยขุยกระดาษ จึงต้องหมั่นทำความสะอาดผ้ายางบ่อยๆ ถ้าผิวหน้ากระดาษไม่แข็ง แรง ก็ต้องลดความเหนียวของหมึกลงโดยการเติมสารลดความเหนียว

2.1.3.2 งานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ มักจะมีลักษณะงานพิมพ์แบบสีพิเศษ จึงต้องคำนึงถึงลำดับการพิมพ์สีตามที่ได้กล่าวไปแล้ว ส่วนชนิดของกระดาษที่นำมาใช้พิมพ์ ต้องคำนึงความแข็งแรงของกล่อง กระดาษที่ต้องการเป็นสำคัญ ส่วนใหญ่จะใช้กระดาษที่มีน้ำหนักพื้นฐานประมาณ 300 – 450 กรัมต่อตารางเมตร กระดาษที่ใช้พิมพ์ ได้แก่ กระดาษกล่องหน้าแป้งหรือกล่องหน้าอาร์ต เพื่อใช้บรรจุหลอดยาสีฟัน

ในงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องลูกฟูก สามารถใช้พิมพ์งานกระดาษกล่องหน้าอาร์ตแทนการพิมพ์บนกระดาษกล่องลูกฟูกโดยตรง แต่ต้องใช้กระดาษกล่องหน้าแป้งที่มีน้ำหนักพื้นฐานไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อตารางเมตรแล้วนำไปติดบนกระดาษลอนลูกฟูกเพื่อไม่ให้เห็นลอน ลูกฟูกพอสรุปได้ว่า เทคนิคงานพิมพ์ออฟเซต ป้อนแผ่นในงานพิมพ์สอดสี เริ่มจากการพิจารณาลักษณะของงานพิมพ์ที่ต้องการเป็นหลักก่อนว่า เป็นภาพสกรีนหรือเป็นภาพพื้นทึบจากนั้นจึงพิจารณาลำดับในการพิมพ์สีให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์ว่าเป็นเครื่องพิมพ์สีเดียว สองสี หรือสี่สี

สำหรับขั้นตอนในการพิมพ์กระป๋องโลหะ 3 ส่วนมีขั้นตอนต่างๆ ก่อนที่จะเข้าทำการพิมพ์และขั้นตอนการพิมพ์ดังนี้

1) การเตรียมความพร้อมงานพิมพ์ เตรียมเหล็กที่จะพิมพ์ เมื่อเหล็กที่เบิกพนักงาน โฟล์คลิฟท์ นำมาวางไว้ที่บริเวณหน้าเครื่อง ตรวจสอบใบ Package card ของเหล็กที่ได้รับว่า ชนิดเหล็ก, ชนิด แลคเกอร์ (ถ้ามี) รายละเอียดที่ระบุใน Package card ว่าตรงตามใบสั่งงานโรงพิมพ์ระบุไว้หรือไม่ถ้า ไม่ตรงให้แจ้งเจ้าหน้าที่คลัง เพื่อแลกเปลี่ยนวัตถุดิบถ้าถูกต้องแล้วแกะเหล็ก โดยสอดปลายกรรไกร ด้ามยาวเข้าที่ลวดมัด บิบปลายกรรไกรเพื่อตัดลวดให้ขาด ระวังปลายลดกระเด็นโดนอวัยวะร่างกาย ขณะปฏิบัติงาน ควรสวมถุงมือ เพราะเหล็กมีความคมอาจบาดมือหรือแขนได้ จับปลายลวดข้างหนึ่ง ดึง เข้าหาตัวเพื่อให้เส้นลวดที่มัดพ้นลูกเหล็กทำเช่นนี้ทุกเส้น เก็บกระดาษ / วัสดุห่อหุ้มออกจากลูก เหล็กให้หมด และจัดเก็บให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

2) เตรียมหมึกพิมพ์ให้พร้อมพิมพ์ อ่านใบสั่งงานโรงพิมพ์ เมื่อทราบแล้วนำใบเบิกหมึกมาตรวจเช็คว่ามีหมึกรหัสอะไรที่ต้องใช้ และใช้กี่กรัมหรือกี่กิโลกรัมพร้อมกับเขียนใบเบิก นำใบเบิกและ ใบเบิกหมึก อื่นให้กับพนักงานควบคุมการเบิกจ่ายหมึกพิมพ์ พนักงานควบคุมการเบิกจ่าย หมึกพิมพ์ จะนำหมึกตามรหัส และจำนวนที่ต้องการมอบให้ทำการตรวจสอบว่าถูกต้องตรงตามที่เบิก

3) เตรียมมาตรฐานตัวอย่างตรวจสอบ (ปรู๊ฟแต่ละสี) เบิกแฟ้มปรู๊ฟตัวอย่างตามชนิดงานที่จะใช้สำหรับตรวจสอบงานกับพนักงานจัดเตรียมปรู๊ฟ เมื่อได้รับแล้วลงนามการรับไว้ที่สมุด เบิกแฟ้มปรู๊ฟ นำแฟ้มปรู๊ฟตัวอย่างไปจัดวางไว้ที่โต๊ะตรวจสอบ เพื่อรอใช้งานลำดับต่อไป

4) เตรียมเพลทที่จะพิมพ์งาน ตรวจสอบเพลทที่จะเข้าแทนพิมพ์ ที่พนักงานอัดเพลทนำมาวางไว้ในที่จัดวาง เพื่อดูว่าเพลทครบตามจำนวน ที่ต้องการพิมพ์ชนิดงานถูกต้องเพลทลำดับการพิมพ์ส่งมา ถูกต้องตามใบสั่งงานโรงพิมพ์

5) เตรียมผ้ายาง กรอกข้อมูลผ้ายางที่จะเบิกมาใช้ลงในใบเบิก และนำผ้ายางมากางออกตรวจสอบสภาพผิวต้องไม่ขรุขระหรือเป็นรอยก่อนใช้งาน ใส่แค้มจับผ้ายางทั้ง 2 ด้าน ตามทิศทางลูกศรที่สังเกตแนวเส้นด้านหลังผ้ายาง เมื่อใส่แค้มจับเรียบร้อยทั้ง 2 ด้านแล้ว นำไปจัดวางไว้ที่บริเวณหน้า เครื่องรอการใช้งานต่อไป

6) เตรียมน้ำยาฟาวน์เทนใช้ภาชนะบรรจุตักน้ำยาฟาวน์เทนจากถุงน้ำยา พอให้ท่วมไฮโกรมิเตอร์นำไฮโดรมิเตอร์ สำหรับวัดค่า ถ.พ. ของไอพีเอ (IPA) ค่อยๆ หย่อนลงในถังน้ำยาฟาวน์เทน อ่านค่า %IPA ถ้า %IPA ที่อ่านได้ต่ำกว่า 15% ต้องปรับน้ำยาฟาวน์เทนใหม่ โดยเติมน้ำสะอาดลงในถังน้ำยา 20 ลิตร ตวง IPA ให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 3,000 CC เทน้ำยาฟาวน์เทนให้ได้ 400 CC. ใส่ในถังน้ำยาฟาวน์เทน เพื่อให้น้ำยาที่ผสมเสร็จแล้วปั๊มขึ้นไปบนรางด้านข้างแต่ละ Unit การควบคุมน้ำยา ฟาวน์เทนจะควบคุมค่า %IPA = 15 – 25% และอุณหภูมิของน้ำยาในตู้ชิลเลอร์ $\leq 15^{\circ}C$ โดยทำการวัด Pass ละ 1 ครั้งและบันทึกผล * จะเปลี่ยนถ่ายเป็นของใหม่ทุก 1 สัปดาห์

7) การผสมหมึกพิมพ์และการออกสูตรหมึกเตรียมความพร้อมอุปกรณ์การผสมโดยการตรวจสอบเครื่องผสมหมึกให้สะอาด ปราศจากสิ่งที่ตกค้างรวมทั้งชุดใบพัดปั่นค้นหา INK FURMULAR

นำใบสูตรออกจากแฟ้มจัดเก็บ เพื่อไปคำนวณการใช้หมึกคำนวณหาว่าในสูตรมีอัตราส่วนของหมึกพิมพ์แต่ละตัวจำนวนเท่าไหร่ ถ้าต้องการเตรียมตามที่กำหนดไว้ โดยคำนวณจากสูตร ตามที่แสดงไว้

ถ้าหมึกพิมพ์ 100 gm. จะมีสีตามสูตร A gm.

ถ้าหมึกพิมพ์ B $= \frac{A \times B}{100}$

$=$ _____ %

ต้องการเตรียม LC 2001 = 5,000 กรัม อัตราส่วนหมึก

เกิดจาก แดง 70%, เหลือง 30%

แทนค่าสูตรหาสีแดง $= \frac{5{,}000 \times 70}{100} =$ 630,000 กรัม

แทนค่าสูตรสีเหลือง $= \frac{5{,}000 \times 30}{100} =$ 150,000 กรัม

จะได้ว่าสีที่มีในสูตรจะต้องใช้กี่กรัม บันทึกไว้ที่รายงานการผสมหมึกเบิกหมึกพิมพ์จาก STOCK โดย เขียนใบเบิก ตามจำนวนที่ต้องการ เปิดฝากระป๋องสีออกนำกระดาษปิดหน้าออกให้เรียบร้อยนำหมึก ไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกผลในรายงานการผสมหมึกจนครบน้ำหนักที่ต้องการเทหมึกพิมพ์ ตามน้ำหนักที่คำนวณมาได้ ลงในเครื่องผสมหมึก โดยมีหลักเกณฑ์การเทหมึกผสม คือนำสีที่อ่อนลง ปั่นก่อนแล้วค่อยๆ เติมสีที่เข้มตามภายหลังใส่ใบพัดปั่นสี จับในพัดหันให้เดือยแกนเครื่องตรงกับช่อง ใบพัด ควรสวมรองเท้าทุกครั้งเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องจักร ยกฐานหม้อผสม ให้ขึ้นมา ใกล้ใบพัดโดยหมุนคันโยกทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนสุด ตรวจสอบเกียร์ที่ใช้ปั่นต้องอยู่เกียร์ 1 ต่ำที่สุด กดปุ่ม ให้เครื่องทำงานใบพัดจะปั่นหมึก ค่อยๆ เติมหมึกพิมพ์สีเข้มที่เหลือพร้อมกับปั่นจนเข้ากัน เมื่อได้ตามต้องการแล้วทดสอบเบื้องต้น โดยการนำสีที่ปั่นมาปาดบนกระดาษแถบสี เทียบกับสีมาตร ฐานตัวอย่างของรหัสหมึกพิมพ์นั้นๆ

การเติมหมึกหรือตักหมึกจากเครื่องปั่น ต้องรอให้เครื่องหยุดทำงานก่อน เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ตรวจสอบว่าเฉดสีที่ผสมขึ้นมาใกล้เคียงกับมาตรฐาน หรือไม่ถ้าไม่ได้ให้พิจารณาว่ายังขาดสีอะไร ของส่วนผสม แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนค่อยๆ เติมลง และปั่นคนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันทดสอบจนกว่า จะได้ใกล้เคียงเท่ากับมาตรฐาน บันทึกน้ำหนักที่เติมลงในรายงานการผสมหมึก ตักหมึกที่ผสมไว้ไป PRINT เทียบกับมาตรฐานโดยวิธีการ PRINT ที่เครื่อง DUNCANLYNCH

การ PRINT จะต้องเลือกใช้แผ่นเคลือบขาวให้ถูกต้องตรงกับตัวอย่างพื้นที่จะพิมพ์จริง โดยดูคำสั่งให้แผ่นเคลือบขาวใยใบสั่งงานพิมพ์ การหยิบ, จับแผ่นเหล็กควรทำอย่างระมัดระวัง เนื่องจากแผ่น

เหล็ก มีความคมอาจบาดมือได้ พิจารณาแถบสีที่ printed จากเครื่อง DUNCANLYNCH ว่าสีที่ผสมใกล้เคียง เท่ากับมาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่ได้พิจารณาว่ายังขาดสีอะไรในสูตรค่อย ๆ เติมสีนั้นแต่ต้องบันทึก น้ำหนักที่แน่นอนทุกครั้งของการเติมปั้นให้เข้ากันทำเช่นนี้จนกว่าแถบสีที่ printed จะเท่ากับมาตรฐาน นำแผ่นที่ PRINT ไปอบอุณหภูมิ และเวลาตามมาตรฐานการใช้งานหมึกพิมพ์ และเก็บแถบสีที่ printed ไว้เป็นหลักฐานอ้างอิงต่อไปตักหมึกที่ผสมได้ใส่ภาชนะ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน บันทึกลงในใบกำกับ ติดข้างภาชนะบรรจุ ระบุ

- รหัสหมึกพิมพ์
- จำนวนน้ำหนักต่อภาชนะบรรจุ
- วันที่ผลิต
- ชื่อผู้ทำการผลิตหมึก bat นั้นๆ

แถบสีที่ PRINT ได้จะต้องจัดเก็บไว้จนกว่าจะมีการเบิกหมึกไปที่แท่นพิมพ์ โดยติดใบกำกับใบเบิกหมึกพิมพ์ เพื่อเป็นการยืนยันว่าหมึกที่ผสมตรงกับมาตรฐาน ทำความสะอาดอุปกรณ์การปั่นและจัดเก็บให้ เรียบร้อยทุกครั้งหลังเลิกงานกรณีที่ต้องการผสมหมึกจำนวนน้อยกว่า 10 กิโลกรัม สามารถทำได้โดยเปลี่ยนจากการปั่นด้วยเครื่อง โดยหลักการและวิธีการเหมือนการผสมโดยใช้เครื่องตักแม่สีตาม น้ำหนัก ที่คำนวณได้ โดยนำสีความเข้มน้อยกว่าลงไปในกองผสมก่อนตักมามี concentrate สี อื่น ๆ ตามอัตราส่วนในสูตรแต่มีความเข้มมากขึ้นใส่ในกล่องบดหมึก โดยใช้พายบดจนกว่าแม่สีจะมีสีเข้ม เป็นเนื้อเดียว กันกรณีที่พายมีหมึกมากองมากต้องใช้พายอีกอันช่วยตามรูปบดจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียว ทดสอบโดยใช้กระดาษแถบสี print เทียบกับสีมาตรฐานถ้ายังไม่เหมือนมาตรฐานสีให้พิจารณาว่าขาด แม่สีอะไรค่อยๆ เติมและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนไว้บดจนเข้ากันและทดสอบด้วยกระดาษแถบสีจน ใกล้เคียงจึงนำไป printed ด้วยเครื่อง DUNCAN LYNCH เหมือนการออกสูตร หมึก

ข้อควรระวังในการผสมหมึกทุกครั้ง

- อุปกรณ์ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องจะต้องสะอาด ไม่มีสีตกค้าง ซึ่งจะทำให้สีที่ผสมผิด SPEC
- การใช้สารเคมีต่างๆ ต้องกระทำอย่างระมัดระวัง ถ้ามีสารเคมีกระเด็นเข้าตาต้องรีบล้าง น้ำทันที

การออกสูตรหมึก ศึกษาสีที่จะทำการ match ว่าเฉด หรือ strength เป็นอย่างไร

- ลักษณะสีออกโทนสว่าง (bright)
- ลักษณะสีออกโทนคล้ำ (dark)
- ลักษณะสีออกโทนขาว (ขาวผสม)

นำตัวอย่างสีที่ต้องการ match เทียบกับเฉดสีของ colour guide แม่สี concentrate เพื่อที่จะเลือกแม่สี (single pigment)ให้ใกล้เคียงกับลักษณะโทนที่ต้องการ เมื่อเลือก single pigment ของ concentrate ที่ใกล้เคียงได้แล้วเบิกสี concentrate นั้นๆ มาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของแม่สี concentrate ทีละสีด้วยเครื่องชั่งละเอียด $\pm$0.01 gm. (การ match หมึกเพื่อออกสูตรต้องทำการ match ครั้งแรกอย่างน้อย 50 gm. และทำการ confirm สูตรอีก 100 gm. เปรียบเทียบ 50 gm. และ 100 gm. เฉดสีต้องเท่ากันถ้าไม่เท่ากันออกสูตรใหม่ ถ้าเท่าบันทึกตาม 100 gm. บันทึกน้ำหนักที่ชั่งได้แต่ละสีในใบบันทึกหาสูตรหมึก ใช้พายเล็กที่สะอาดตักสี concentrate ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าลงบนโต๊ะกระจกกะจำนวนพอประมาณ ไม่เกิน 50 gm. ใช้พายเล็กที่สะอาดตักแม่สี concentrate ที่มีความเข้มหรือสีที่หนักลงบนโต๊ะกระจกเพื่อ ผสมหมึกกับสีแรก ถ้าหมึกสี concentrate มากกว่า 2 สี ก็ให้ตักใส่กองหมึกจนครบทุกสี

บดหมึกจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันสังเกตสีที่กระจกว่ามีแม่สี concentrate อยู่ไม่ถ้ายังมีอยู่แสดงว่ายังไม่เข้า กันให้บดต่อไปจนไม่มีแม่สีใดตกค้าง print แถบสี 0.4, 0.5, 0.6 single/double โดยใช้เครื่อง DUNCAN LYNCH นำแถบที่ printed เทียบกับตัวอย่างสีที่ต้องการว่าเฉด และ strength ใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้ายัง ไม่เท่าพิจารณาว่าสีขาวหรือองค์ประกอบของแม่สี concentrate สีใดให้ใช้พายเล็กที่สะอาดตักแม่สีนั้น โดยกะประมาณเติมลงกองหมึกบดสี concentrate ที่เติมจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน print 0.4 , 0.5 , 0.6 single/double เทียบกับตัวอย่างสีที่ต้องการอีกครั้ง ทำเช่นนี้จนกว่าจะได้สีที่ใกล้เคียง นำแถบสีที่ printed ได้แล้วใกล้เคียงกับตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ และเวลาตามมาตรฐานการใช้หมึกพิมพ์ นำแถบสีที่ อบแล้วมาเทียบกับตัวอย่างสีที่ต้องการ ถ้าสีไม่เปลี่ยนจึงถือว่าใช้ได้ แต่ถ้าสีเปลี่อยนไปจากเดิมต้อง เลือกแม่สี concentrate ใหม่โดยเริ่ม match ตั้งแต่ข้อ 2-15 อีกครั้ง ถ้าแถบสีที่ได้ไม่เปลี่ยนเฉดสีนำไป เคลือบวานิชครึ่งหนึ่งของชิ้นงาน เลือกใช้วานิชอุณหภูมิการอบและเวลาตาม spec ของวานิชนั้นๆ ดูในคู่มือการตรวจสอบใน Lab นำแถบสีที่วานิชและอบและเปรียบเทียบว่าเฉดสีก่อน วานิชและหลัง วานิชมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เมื่อได้สีที่ match ใกล้เคียงตามที่ต้องการแล้วนำแม่สี concentrate ชั่ง หาน้ำหนักแน่นอนโดยใช้เครื่องชั่งละเอียด +0.01 gm. จดบันทึกน้ำหนักแม่สี concentrate ทุกสีที่ใช้ ลงในใบบันทึกสูตรหมึก

คำนวณสูตรโดย

- น้ำหนักที่ชั่งได้ก่อนตกมาลบด้วยน้ำหนักสุดท้ายที่ชั่งได้จะเป็นน้ำหนักที่ใช้ในการผสม (A)
- หาผลรวมน้ำหนักแม่สีทุกตัวที่นำมาผสมกัน (B)
- นำมาหา % อัตราส่วนจากสูตร $\frac{A \times 100}{B}$ %

บันทึกสูตรที่หาได้ใน INK FORMULAR พร้อมติดตัวอย่างแถบสีที่ printed ได้เก็บตัวอย่างหมึกใส่ตลับหมึก เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการตรวจสอบการทำผงหมึกต่อไป นำไปเก็บไว้ในชั้นเก็บตัวอย่างจัดเป็นหมวดหมู่ กรณีที่ match เพื่อให้เครื่องปรู๊ฟในการจัดทำตัวอย่างให้ลูกค้าต้อง match อย่างน้อย 100 gm. แล้วส่งมอบกับพนักงานปรู๊ฟ พร้อมอธิบายถึงการใช้งานและรหัสหมึก

8) การตรวจรับหมึกพิมพ์ นำหมึกพิมพ์ทั้งหมดไปวางไว้ในห้องปรู๊ฟ รอการตรวจสอบคุณภาพ ก่อนนำไปจัดเรียงเข้าชั้น STOCK เปิดสุ่มจำนวนตัวอย่างหมึกที่จะทำการตรวจ โดยดูตามมาตรฐานการสุ่มเรื่องหมึกพิมพ์ การสุ่มจะสุ่มตาม No. ของหมึกพิมพ์ที่เข้ารับ เมื่อได้จำนวนที่สุ่มตรวจแล้ว นำกระป๋องสี sample จากกองที่รอตรวจเข้าจำนวนที่ดูตามตารางวางบนโต๊ะสำหรับตรวจสอบนำสี มาตรฐานสำหรับตรวจรับหมึกพิมพ์ เตรียมอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบ มีกระดาษแถบสีหนึ่งเล่มพายเล็กสำหรับตักหมึกจากกระป๋องหนึ่งพาย พายสำหรับปาดหมึกพิมพ์ ขวดน้ำมันโมบิลสำหรับ ทำความสะอาดอุปกรณ์ เศษผ้าสำหรับทำความสะอาดอุปกรณ์

- ขั้นตอนการตรวจสอบปฏิบัติดังนี้ ชั่งน้ำหนักกระป๋องเปล่า (ขนาดเดียวกับกระป๋องที่ใส่ตัวอย่าง) บนเครื่องชั่ง การใช้เครื่องชั่งดูตามคู่มือการใช้เครื่องมือ กด TARE ที่หน้าปัดเครื่องชั่งน้ำหนักจะถูกบันทึกไว้โดยอัตโนมัติ นำกระป๋องเปล่าออกจากเครื่องชั่งแล้ววางกระป๋องตัวอย่างที่ต้องการชั่งตรงกลาง เครื่องชั่ง รอจนกว่าตัวเลขที่หน้าปัดคงที่ เครื่องชั่งจะอ่านค่าน้ำหนักที่หักกระป๋องเปล่าแล้ว เปรียบเทียบน้ำหนักที่ชั่งได้กับน้ำหนักจากใบกำกับจะต้องใกล้เคียงกัน $\pm$ ไม่เกิน 5 % บันทึกผลในประวัติการตรวจรับหมึก ถ้าน้ำหนักที่ชั่งได้ต่ำกว่าน้ำหนักจากใบกำกับ 5 % ให้สุ่มเพิ่ม อีกตามตารางการสุ่มถ้าผลไม่ตรงตามมาตรฐานให้ทำใบ NCP แจ้งหัวหน้าส่วนพิมพ์สีและเคลือบ เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานการตรวจสอบ/ทดสอบ เปิดฝากระป๋องหมึกพิมพ์ จะต้องเปิดอย่างระมัดระวัง อย่าให้กระป๋องบุบเสียทรง

หมายเหตุ : Compound, Reducer, Extender ไม่ควรตรวจเฉดสี และ Color Strenght
นำกระดาษรอง ผิวหมึกออกอย่างระมัดระวัง ไม่ต้องเปิดจนตลอดผิวหน้าหมึก เนื่องจากเมื่อตักหมึกแล้วจะต้องปิดให้ อยู่ในสภาพป้องกันผิวหน้าหมึก ได้เหมือนเดิมใช้พายเล็กตักหมึกจากกระป๋องสีมาตรฐาน (STANDARD) มาปาดลงบนกระดาษแถบสีให้ตรงกับที่ระบุไว้ว่าเป็น Standard และทำความสะอาดพายโดยเช็ดด้วยผ้าที่ชุบน้ำมันโมบิลจนกว่าจะสะอาด จึงจะใช้งานต่อไปได้ใช้พายเล็กตักหมึกตัวอย่างที่จะทดสอบปาดลงบนกระดาษ แถบสีเป็นแถบมาตรฐานลงบริเวณที่เป็น sample กำหนดระยะห่างเหมาะสม เมื่อปาดสีลงแล้วทำความสะอาด พายด้วยน้ำมันโมบิลจนกว่าจะสะอาดแล้วจึงนำไปใช้ต่อได้จับพายใช้อุ้งมือประคองไว้ให้มั่น วางทาบลงกระดาษแถบสีเหนือหมึกที่ปลายเล็กน้อย กดพายด้วยน้ำหนักมือคงที่และลากพายให้แนบชิดกระดาษปาดลงมาเข้าหาตัวอีกมือกดยึดกระดาษแถบ สีไว้อย่าให้ขยับตามแรงขณะปาดหมึก

เมื่อปาดสีจนถึงบริเวณปลายกระดาษ ให้ยกปลายพายเล็กน้อยและเอียงพายให้ขนานกับพื้น ลากปลายพายเล็กน้อย ค่อยๆ กดปลายพายเป็นการสิ้นสุดการปาดสี (ช่วงนี้พนักงานปฏิบัติต้อง ฝึกจนเกิดความชำนาญ จึงจะปาดได้อย่างถูกต้อง) ทำความสะอาดด้วยน้ำมันโมบิล เช็ดออกให้สะอาด ก่อนนำไปใช้งาน (พายสำหรับปาดหมึกต้องรักษาหน้าพายให้เรียบตลอดเวลา ห้ามใช้ผิดวัตถุประสงค์) ฉีกกระดาษที่ปาดแล้วจากต้นขั้วและตัดปลายกระดาษที่มีสีกองอยู่ออกให้เรียบ โดยใช้คัตเตอร์ตัดกระดาษเปรียบเทียบเฉดสีและ Color Strength ว่า sample คุณภาพใกล้เคียงกับ Standard หรือไม่ถ้าไม่เท่าให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินการตรวจ / ทดสอบเมื่อตัดสินผลแล้วนำกระดาษที่ปาดด้วยหมึกที่อยู่ในกองไปผึ่งให้แห้งบันทึกผลคุณภาพเพื่อใช้อ้างอิงในการสอบกลับได้ของผลิตภัณฑ์และประทับตรา Approved ไว้ที่บันทึกคุณภาพพร้อมลงนามผู้ตรวจรับกรณีตรวจสอบไม่ผ่านเกณฑ์ให้บันทึกผลในช่องReject และ ประทับตราคำว่า Reject ไว้ที่บันทึกคุณภาพจัดแยกไว้บริเวณเฉพาะห้ามปนกับ สินค้าดีที่ผ่านการตรวจ รับยื่นรวมทั้งใบกำกับให้หัวหน้าส่วนพิมพ์สี/เคลือบดำเนินการ Rejectหรือแลกเปลี่ยนตามขั้นตอนการ ดำเนินงานการควบคุมสโตร์

หมึกพิมพ์ที่ผ่านการตรวจรับแล้ว จะติดป้ายกำกับไว้ที่กระป๋องหมึกทุกกระป๋องพร้อมระบุวันหมดอายุ ให้เรียบร้อย ลงนามกำกับการตรวจรับทุกกระป๋อง แล้วจึงนำไปเรียงเก็บเข้าชั้นตามหมวดหมู่ และติด กระดาษ สีตามผังล็อตการจัดเก็บคลัง หมึกพิมพ์ที่มีอยู่ใน STOCK เกินอายุการจัดเก็บให้ทำการตรวจ สอบดังนี้

ตรวจสอบเปรียบเทียบเฉดสี Pipet หมึกพิมพ์ 0.4 CC. Print แถบสีบนแผ่น

- White Coat ที่สะอาดโดยใช้เครื่อง DUNCAN LYNCH ดูวิธีการใช้ ในคู่มือวิธีการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือในการตรวจและทดสอบรหัสควบคุม และดูวิธีการใช้ Pipet ในวิธีการผสมหมึก และการออกสูตร เมื่อได้แถบสีแล้วอบที่อุณหภูมิ และเวลาตามชนิดของหมึกนั้นๆ ดูตามมาตรฐานการใช้งานหมึกพิมพ์ หาค่า Adhesion (%ST) ของหมึกพิมพ์ โดยดูตามคู่มือการตรวจสอบในห้อง Lab หมึกพิมพ์ที่ทดสอบผ่านตามขั้นตอนข้างต้นให้ทำรายงาน ผลการทดสอบเสนอขออนุมัติการใช้งานจากหัวหน้าส่วนพิมพ์สี/เคลือบจึงจะจ่ายเข้าสู่สายการผลิตได้โดยระบุงาน ที่ใช้ไว้ให้ชัดเจนเพื่อเป็นข้อมูลกรณีต้องการสอบกลับผลิตภัณฑ์

9) การควบคุม Oven LTG เครื่องพิมพ์เปิด (MAIN SWITCH) เพื่อเปิดให้กระแสไฟเข้าไปที่เครื่อง กดปุ่ม CHART ที่แผง Temperature เพื่อหยุดปากกาไว้ที่ริมขอบกระดาษกราฟ ดึงก้านล็อคปากกาที่ใช้พล๊อตกราฟขึ้น นำกราฟใส่/นำออกตรงช่องที่เจากระดาษให้พอดีกับแกนปากกาใส่กราฟเสร็จแล้ว ทุกครั้งต้องดันด้านล็อคปากกากดเข้าไปให้สุด กด CHART อีกครั้ง กราฟจะทำงานทันทีโดย บันทึกอุณหภูมิตามเวลาต่าง ๆ เพื่อปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการแล้วปิดฝาครอบกราฟ และล็อคให้ เรียบร้อย ดูอุณหภูมิมาตรฐานแต่ละชนิดของแลคเกอร์ในคู่มือการตรวจสอบใน Lab รอจนอุณหภูมิ ที่หน้าปัดขึ้นตรงกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้จึงจะแสดงว่าระบบ Temperature ถูกต้องตามที่ควบคุม

โดยกราฟ จะบันทึกตามอุณหภูมิในเตาอบ การตั้งอุณหภูมิเตาอบของงานพิมพ์จะตั้งไว้ที่ 160 องศาเซลเซียส ซึ่ง ตามมาตรฐานการใช้งานหมึกพิมพ์

หมึกพิมพ์จะอบได้ที่อุณหภูมิ 150 – 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 15 นาที โดยอุณหภูมิที่ 180 องศาเซลเซียส จะใช้ในกรณีที่มีพื้นที่ภาพพิมพ์น้อย ๆ ซึ่งสามารถเข้าไปแทรกซึม ในเนื้อหมึกจึงใช้อุณหภูมิสูงในการไล่น้ำออก

10) การปฏิบัติงานเคลือบ เป็นการเคลือบแลคเกอร์บนแผ่นโลหะทั้งด้านที่ทำการพิมพ์แล้วและด้านหลังแผ่นโลหะเพื่อนป้องกันสนิม

- การตั้งขนาดเหล็กที่จัดลิฟท์ ผลักเหล็กเข้าหน้าลิฟท์ชนแผงกั้นด้านหน้าลิฟท์ ปรับชุดปรับ ปีกให้ขยายออก หรือขยับเข้าโดยหมุนทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเป็นการขยายออก หมุนทิศทางตามเข็ม นาฬิกาเป็นการขยับปีกเข้า เปิดลมเป่าแผ่น เพื่อให้ลมคลี่แผ่นกระจายประมาณ 5 – 10 แผ่นตั้งความ หนาแผ่นเหล็กที่จะเคลือบเพื่อป้องกันการซ้อนกันของแผ่นเหล็ก

- การตั้งรางและพุชเชอร์ ปรับรางโดยหมุนชุดปรับรางเพื่อให้รางกว้างกว่าแผ่นเหล็กเล็กน้อย ทดลองปล่อยแผ่นเหล็ก 1 แผ่น โดยกดปุ่ม RUN ตั้ง SPEED หมายเลข 3 เครื่องไปที่ประมาณ 2000 – 3000 แผ่น/ชม. จากนั้นจึงกดปุ่ม feed แผ่นเหล็กออกมา 1 แผ่น เมื่อแผ่นเหล็กเข้ามาที่รางสังเกตแผ่น ที่เข้ามาถ้ากว้างกว่า รางบังคับให้หมุนชุดปรับรางตามเข็มนาฬิกา จนระยะห่างของขอบแผ่นเหล็กกับ รางห่างพอประมาณ (ปกติค่าที่เหมาะสม คือ 3 มิลลิเมตร) ปล่อยให้แผ่นเหล็กเข้า Gripper โดยให้อยู่ ในระดับอ้ารับแผ่นเหล็กและกดปุ่ม STOP COATER เพื่อหยุดเครื่องจับแผ่นเหล็กด้านท้าย แผ่นยก ขึ้นเล็กน้อยแล้วค่อย ๆ ดันให้ชนหน้ารับของ Gripper หมุนโซ่พาพุชเชอร์ทิศทางทวนเข็ม เป็นการ เลื่อนพุชเชอร์เข้าหาท้ายแผ่นเหล็ก

โดยให้ท้ายแผ่นเหล็กเกยกับหัวพุชเชอร์เล็กน้อย จากนั้นจึงใช้มือทั้ง 2 กระแทกเพื่อล็อคครัชเข้าที่เดิม คลายน๊อตล็อคชุดปรับแรงดันของพุชเชอร์พอหลวม จากนั้นจึงหมุนให้พุชเชอร์ล้มลงมาข้างหน้าเล็กน้อย จึงล็อคชุดปรับแรงดันของพุชเชอร์ นำแผ่นเหล็กออกจากรางพุชเชอร์ นำฉากมาวางไว้บนร่องรางสไลด์ (Slide) โดยให้ด้านฉากเป็นอยู่ด้านขวาและด้านฉากตายอยู่ด้านซ้าย ขันน๊อตล็อคฉากทั้ง 2 กับร่องรางสไลด์ ดูร่องลูกยางด้านซ้ายให้แผ่นเหล็กเลยร่องริมลูกยางด้านซ้ายออกมาประมาณ 5 – 6 มิลลิเมตร คลายน๊อตล็อคทั้ง 2 ตัว ของฉากตายออกพอหลวม ดันชุดฉากตายเข้าหาแผ่นเหล็กอย่าให้แผ่นเหล็กเคลื่อน ขันน๊อตล็อคทั้ง 2 ตัวที่ล็อคแกนสไลด์ของฉากตายให้แน่น ดันตัวสไลด์ฉากเข้าหาแผ่นเหล็กปรับระยะห่างของสปริงประมาณ 1- 2 มิลลิเมตร และล็อคน๊อตที่แกนของฉากเป็น 2 ตัวให้แน่น ปล่อยให้แผ่นเหล็กผ่านลูกยางเคลือบประมาณ 1 ฟุตแล้วหยุดเครื่อง จับแผ่นเหล็กที่เคลือบทาบกับลูกยางเพื่อตรวจสอบร่องลูกยาง ถ้าไม่ตรงให้ปรับฉากอีกครั้ง ยกแขนลูกยางขึ้นแล้วดันแผ่นเหล็กออกนำไปเก็บไว้ที่ชั้น

ทดลองปล่อยแผ่นเหล็ก 1 แผ่น แล้วยกขึ้นมาวางไว้บนโต๊ะเพื่อตรวจเช็คว่า ความกว้างของร่องแผ่นเหล็ก เคลือบทุกร่อง ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือไม่ปรับวงเวียนให้ใกล้เคียงกับ ขนาดร่องริมแผ่นเหล็กด้านฉากตาย เมื่อได้ขนาดที่แน่นอนล็อควงเวียนไว้จะได้ขนาดสำหรับการตรวจเช็คกำหนด วางปลายวงเวียนด้านหนึ่งให้ตรงกับขอบแลคเกอร์ของร่องริม และปลายอีกด้านหนึ่งของวงเวียนชิด ขอบแผ่นเหล็กตลอดเวลาที่ลากวงเวียน หากพบว่าแนวขีดหัวท้ายแผ่นเหล็กไม่เท่ากัน ให้ทำการปรับ ฉากใหม่ วัดขนาดร่องทุกร่อง โดยใช้เวอร์เนียร์วัดร่องแต่ละร่องตามมาตรฐาน

- การถ่ายแลคเกอร์เข้าเครื่องเคลือบ นำแลคเกอร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จากพนักงานตรวจ สอบลงอ่างจนได้ ½ ปริมาตร ของอ่างจ่ายแลคเกอร์ใช้ปลั๊กอุดรูระบายแลคเกอร์ในอ่าง ใบมีดกด ปุ่มเพื่อปั๊มแลคเกอร์เข้าไป ตามท่อและจ่ายให้กับลูกเหล็กป้อนแลคเกอร์ต่อไป ทำความสะอาด ลูกยาง ด้วยผ้าชุบโซเว้นท์หมุนพวงมาลัยลูกยาง ทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหมุนจนลูกยางสัมผัสกับลูกยางปาด ใบมีด (Scrapper Roller) เพื่อ รีดโซเว้นท์ออกจากลูกยาง หมุนพวงมาลัยลูกยางในทิศทางทวนเข็ม นาฬิกา จนลูกยางเคลือบสัมผัส กับลูกเหล็กปาดใบมีด (Impression Roll = Scrapper Roller) สังเกตว่า Impression Roll มีแลคเกอร์ติด ด้านซ้ายและขวาปริมาณใกล้เคียง ถ้าสังเกตพอว่าปาดแลคเกอร์ไม่เท่า กันคือ ถ้าด้านขวามีแลคเกอร์มากกว่าด้านซ้าย ดึงพวงมาลัยลูกยางตัวเล็กออก หมุนพวงมาลัยลูกยาง ตัวใหญ่ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ถ้าด้านขวามีแลคเกอร์น้อยกว่าด้านซ้าย ดึงพวงมาลัยลูกยางตัวเล็ก ออกแล้วหมุนทวนเข็มนาฬิกา การควบคุมการสุกของ L/Q ให้ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการอบ (ควบคุมความเร็วเครื่อง) ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคลือบนั้นส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับ เวลาดูตามรูปและตารางดังกล่าว

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาในการเคลือบแผ่นเหล็ก

ความเร็ว S/H	เวลาช่วง a+c (นาที)	เวลาช่วง b (นาที)	เวลาในเตาทั้งหมด (นาที)
4600	4.42	12.31	17.13
4800	4.30	12.00	16.30
5000	4.19	11.31	15.50
5200	4.10	11.04	15.14
5400	4.00	10.40	14.40

Zone 1.1 ยาว 6 m ช่วง Cooling Zone ยาว 6.63

Zone 1.2 ยาว 9 m

Zone 2 ยาว 18 m

ความยาวรวม 33 m

เวลาที่ได้จากการคำนวณตามสูตรที่เป็นจุดทศนิยม ให้เอาตัวเลขหลังจุดทศนิยม x 60 แล้วจะเป็นเวลาวินาทีจริง

เมื่อตรวจสอบ จะนำแผ่นที่อบแล้วไปหาค่าน้ำหนักแลคเกอร์ (Dry Film Weight) ที่แน่นอน และควบคุมงานเคลือบโดยบันทึกลงที่บอร์ดกรณีที่สูงกว่า Spec ควบคุมจะต้องปรับจนกว่าจะได้ Spec โดยปรับ ชุดควบคุม Film Weight มาทางบวก (+) หรือลบ (-) ให้แจ้งพนักงานเคลือบปล่อยเหล็กจากลิฟท์หน้า สั่งปล่อยแผ่นเหล็กเคลือบตามปกติจำนวนประมาณ 10 แผ่น เพื่อทดสอบจังหวะการเข้าหวีระหว่าง เตากับเครื่องเคลือบว่าเหมาะสมกันหรือไม่ สังเกตแผ่นเหล็กที่กำลังเครื่องตัวมาที่โคนหวีว่ามีระยะ ห่างชนยางกันกระแทกเหมาะสมหรือไม่ การปรับลักษณะลมดูดที่พอดีให้สังเกตแผ่นเหล็กว่าจะต้อง ถูกดูดแผ่นก่อนชนยางกันกระแทก ประมาณ 1 - $1\frac{1}{2}$ นิ้ว จะเป็นการเหมาะสมเพื่อป้องกันเหล็กบุบ

- การควบคุมงานเคลือบระหว่างผลิต เมื่อตั้งอุณหภูมิปรับลมตรวจสอบ dry f.wt ได้ตามมาตร ฐานแล้ว ทดลองปล่อยแผ่นที่ 2 - 3 เพื่อตรวจสอบสภาพผิวชิ้นงานเคลือบว่า คุณภาพตรงตามมาตร ฐานขนาดร่อง, ลักษณะปรากฏด้วยสายตา นำแผ่นวางบนโต๊ะ และตรวจสอบร่วมกับพนักงานตรวจ สอบ ถ้าคุณภาพตรงตามมาตรฐาน จึงลงนามอนุมัติกระบวนการร่วมระหว่างพนักงาน ควบคุมการ เคลือบและพนักงานตรวจสอบ ในรายงานการผลิตของพนักงานหน้าเตา แจ้งพนักงานควบคุมลมและลิฟท์ให้ปล่อยงานเคลือบต่อเนื่องและตั้งความเร็วเครื่องตามที่ต้องการ โดยไม่ให้ความเร็วมากเกิน จนคุณภาพชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ขณะปล่อยงานต่อเนื่องนั้นต้องทำการสุ่มตรวจสอบคุณ ภาพที่ปรากฏด้วยสายตาอย่างต่อเนื่อง และบันทึกผลการสุ่มตรวจในรายงาน

ตรวจเช็คความหนืดของแลคเกอร์ และสารเคลือบว่ายังอยู่ในค่ามาตรฐานกำหนด ถ้ามากกว่าหรือต่ำกว่า Spec ต้องทำการปรับโดยเติม โซเว้นท์ หรือแลคเกอร์ในถังลงผสม และกวนให้เข้ากันตลอดเพื่อ เป็นการควบคุมปัจจัยความหนืดที่มีผลกระทบต่อค่า f.wt และกวนแลคเกอร์ในอ่างจ่ายแลคเกอร์เป็น ระยะป้องกันการแห้งของผิวหน้าแลคเกอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะทำงานให้มีปัจจัยที่มีผลกระทบ ต่องานน้อยที่สุดเช่น ฝุ่นละออง, ไอน้ำ, แมลง และอื่นๆ ในส่วนของการเคลือบเพื่อติดตามผลผลิต และปัญหาอุปสรรคงานที่เกิดขึ้น และกำหนดแนวทางป้องกัน แผนกเคลือบทำการรวบรวมวิเคราะห์ ปัญหาร่วมกับการตรวจสอบและนำเสนอหัวหน้าส่วนพิมพ์สี และเคลือบ

- การปฏิบัติงานเมื่อเคลือบงานเสร็จแล้ว คลายน็อตล็อค Support ลูกยางจากนั้นดัน Support เข้าใต้เฟืองลูกยางทั้ง 2 ข้าง คลายน็อตล็อคลูกยางด้านซ้ายพอหลวม คลายน็อตล็อคลูกยางด้านขวา ออกจากแกนเฟืองลูกยาง ดันลูกยางไปด้านซ้ายเพื่อขยับเฟืองให้แยกจากกัน ใช้มือค่อย ๆ กลิ้งลูกยาง ออก จากเครื่องเคลือบ นำรอกยกลูกยางมาไว้ที่ตรงจุดลูกยางเคลือบ ใช้ตะขอคล้องเฟือง

ลูกยางเคลือบ ทั้ง 2 ข้าง สาวรอกเพื่อยกลูกยางขึ้นมาแล้ววางลูกยางบนรถเข็นเคลื่อนลูกยางมาเก็บไว้ที่พื้นที่วางลูก ยาง ใช้แล้ว

- การถ่ายแลคเกอร์ออกจากเครื่องและการทำความสะอาดปิดวาล์วจ่ายแลคเกอร์ เพื่อหยุดการ จ่ายแลคเกอร์เข้าลูกเหล็กป้อนแลคเกอร์ ปรับความเร็วเครื่องลงที่ศูนย์แล้วกดปุ่มหยุดเครื่องเคลือบใช้ ไม้พาดในแนวขวางสายพานบนฐานเครื่อง เพื่อให้ปลอดภัยในขณะที่ยืนหรือนั่งทำงานบนชุดรางตรง หน้าเครื่องปลดผ้ากรองแลคเกอร์ที่ปลายท่อจ่ายแลคเกอร์ออก ตักโซเว้นท์ 1 - 2 กระป๋องเทลงบนชุด เหล็กป้อนแลคเกอร์จนโซเว้นท์บน Roller ชุดดังกล่าวค่อยๆ ไหลออกจาก Roller จนหมด ถอดชุดปีก กรีดแลคเกอร์ทั้ง 4 ตัว ออกมาทำความสะอาดด้านนอกโดยใช้โซเว้นท์ล้างแล้วเช็ดให้แห้งใช้เกรียงขูด แลคเกอร์ที่ลูกเหล็กจ่ายแลคเกอร์ และถาดรองแลคเกอร์ ยกชุดสายพานหน้าลูกยางพร้อมดึงปลั๊กอุดรู ระบายแลคเกอร์ที่อ่างใบมีดออกหมดแล้ว ใช้เศษผ้าเช็ดทำความสะอาด ดึงท่อยางจากอ่างแลคเกอร์มา สอดใส่ถึงแลคเกอร์ที่เตรียมไว้ แล้วเปิดวาล์วท่อสายยางไว้จนแลคเกอร์ถูกดูดออกหมด เปิดวาล์วจ่าย แลคเกอร์เพื่อดูดโซเว้ท์ขึ้นบนชุดลูกเหล็กป้อนแลคเกอร์ จากนั้นจึงใช้ปลั๊กอุดรูระบายแลคเกอร์ที่อ่าน ใบมีดแล้วเทโซเว้นท์ให้เต็มอ่างใบมีด กดชุดสายพานหน้าลูกยางลงอย่างช้าๆ จนสุด หมุนตัวควบคุม จ่ายปริมาณแลคเกอร์มาทางด้านบวก 9 – 10 รอบแล้วใช้เศษผ้าทำความสะอาดชุดขอบ Roller ทั้ง 2 ข้างให้สะอาด

จากนั้นให้ปิดวาล์วจ่ายแลคเกอร์ แล้วรอจนโซเว้นท์ไหลออกจากชุด Roller หมด แล้วยกสายพานหน้าลูกยางขึ้นจนสุดถ่ายโซเว้นท์ออกโดยการดึงปลั๊กที่อุดไว้ออก จนโซเว้นท์ไหลออกมาหมด ให้ใช้เศษผ้า เช็ดทำความสะอาดอีกครั้ง ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดถาดใต้อ่างใบมีดให้สะอาดอีกครั้ง ทำความสะอาด อ่างโซเว้นท์ในอ่างใส่แลคเกอร์ให้สะอาดโดยใช้เศษผ้าแห้ง ประกอบมีดกรีดแลคเกอร์เข้าที่เดิม ผูกผ้า กรองแลคเกอร์เข้าที่เดิมให้แน่น ถ้าต้องการเคลือบงานต่อ การล้างเครื่องต้องล้างให้สะอาดเพื่อป้อง กันไม่ให้แลคเกอร์ไปปนเปื้อนกับแลคเกอร์ชนิดที่จะเคลือบใหม่ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปัญหาแลคเกอร์ เป็นเม็ด หรือ dewet ได้เมื่อหลังจากทำการเคลือบเรียบร้อยแล้วให้นำใบมีดออกจากเครื่องเพื่อทำความ สะอาด

11) การพิมพ์สีบนแผ่นเหล็ก นำแผ่นเหล็กที่เบิกมาไปทำการเคลือบแลคเกอร์ด้านล่างและเคลือบสีพื้นของงานนั้น ๆ เช่น ถ้าสีพื้นของงานเป็นสีขาวก็จะทำการเคลือบ สีขาวด้านบนแผ่นเหล็กเพื่อที่จะพิมพ์สีอื่น ๆ ทับลงไปซึ่งการรับงานพิมพ์นั้นอาจมีการเปลี่ยนสีพื้นตาม แต่ลักษณะของที่ลูกค้า เป็นผู้กำหนด

- เมื่อแผ่นเหล็กที่ผ่านการเคลือบแล้วจะถูกลำเลียง โดยสายพานเครื่องเข้าสู่ส่วนของ OVEN LTG หรือเตาอบสีเป็นการไล่ความชื้นของสี และแลคเกอร์ที่ใช้เคลือบ จากนั้นแผ่นเหล็กที่ผ่านการ เคลือบ และอบแล้วจะถูกพักไว้เพื่อเตรียมนำไปพิมพ์สีต่อไป

- นำแม่พิมพ์ที่ได้จากขั้นตอน Prepress ไปติดตั้งยังโมแม่พิมพ์ตามลำดับการพิมพ์สีที่จะทำการพิมพ์

- ทำการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ในส่วนของหน่วยป้อน หน่วยพิมพ์ และหน่วยรองรับงานพิมพ์ ให้มีความเหมาะสมกับขนาดของงานที่จะทำการพิมพ์ รวมถึงตรวจเช็คระยะเดินสายพานพาแผ่นเหล็ก เข้าสู่ส่วนที่เป็นเตาอบด้วย

- ทำการใส่หมึกพิมพ์ลงในรางหมึก ตามลำดับสีที่จะทำการพิมพ์ให้ถูกต้อง

- นำแผ่นเหล็กที่ผ่านการเคลือบผิวและอบเรียบร้อยแล้วมาวางลงบนกระดานที่จะทำการป้อน แผ่นเหล็กเข้าทำการพิมพ์เริ่มเดินเครื่องเพื่อทำการพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ที่ใช้พิมพ์บนโลหะนี้จะมีความ แตกต่างจากเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตแบบทั่วไปคือจะมีเตาอบสีอยู่ต่อจากหน่วยที่ทำการพิมพ์แต่ละ สีโดยที่เครื่องนี้จะจัดทำขั้นตอนการพิมพ์โดยพิมพ์สีที่ 1 แล้วผ่านเตาอบเพื่อให้สีแห้งแล้วแผ่นเหล็ก ก็จะถูกพาเข้าไปทำการพิมพ์สีต่อไปและก็จะผ่านเตาอบสีอีกครั้ง สรุปก็คือจะมีการอบสีทุกครั้งที่ผ่าน เข้ายูนิตพิมพ์สี

- ในระหว่างทำการพิมพ์นั้นก็จะต้องมีการตรวจสอบน้ำหนักสี หรือ density โดยเทียบสีจาก ใบปรู๊ฟตัวอย่างสี เพื่อให้งานพิมพ์ที่พิมพ์ออกมามีมาตรฐาน ใกล้เคียงกับแผ่นปรู๊ฟตัวอย่างมากที่สุด นอก จากนี้ยังมีการตรวจการแห้งตัวของงานพิมพ์แต่ละยูนิต อีกด้วย

- เมื่อทำการพิมพ์ครบทุกสีตามจำนวนสีของงานนั้น ๆ แล้วก็จะผ่านไปยังส่วนที่เป็นการเคลือบเงา โดยการเคลือบเงาเพื่อป้องกันรอยขีดข่วนบนงานพิมพ์ อีกทั้งยังเพิ่มความสวยงามให้กับงาน พิมพ์อีกด้วย ลักษณะของเครื่องเคลือบเงาก็จะเป็นเครื่องตัวเดียวกับที่ใช้เคลือบแลคเกอร์และพิมพ์สี พื้นในขั้นตอนแรก จะแตกต่างกันเพียงตัวน้ำยาที่ใช้เคลือบเท่านั้นซึ่งเมื่อ ทำการเคลือบเงาก็ผ่านเข้าสู่ เตาอบไล่ความชื้นด้วยเช่นเดียวกัน

- จากนั้นจะทำการจัดเก็บงานพิมพ์ที่พิมพ์เสร็จแล้ว วางซ้อนกันบนพาเลตโดยไม่ควรวางทับ ซ้อนกันให้สูงเกินไป เพราะแผ่นเหล็กจะมีน้ำหนักในการวางซ้อนกันจำนวนมาก ๆ อาจทำให้งาน พิมพ์เสีย หายจากการจัดเก็บ และเคลื่อนย้ายที่ไม่ถูกวิธีได้ หลังจากนั้นแผ่นเหล็กถูกนำไปสู่ขั้นตอน การตัดซอยต่อไป

2.2 คุณภาพของสิ่งพิมพ์ และมาตรฐาน ISO 12647-2

2.2.1 มาตรฐานการพิมพ์ ISO 12647 กับ มอก. 2260 [4]

การแข่งขันทางเศรษฐกิจในสังคมปัจจุบันมีการแข่งขันอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันในคุณภาพของสินค้าและบริการ การบริหารจัดการที่ดี การส่งมอบสินค้า การรับประกันสินค้า ตลอดจนการไม่สร้างปัญหารบกวน หรือทำลายสิ่งแวดล้อม การแข่งขันทางเศรษฐกิจ ไม่ใช่เพียงการแข่งขันกันใน

ประเทศเท่านั้นอนาคตอันใกล้เขตการค้าเสรีจะเกิดขึ้นทั่วโลก เช่น FTAs AFTA NAFTA เป็นต้นกำแพง ภาษีข้อจำกัดทางการค้าจะถูกลดลงการแข่งขันจากต่างชาติจะเพิ่มมากขึ้น อุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีศักยภาพในการแข่งขันจึงจะสามารถดำเนินธุรกิจไปได้ ระบบมาตรฐานเป็นข้อกำหนดหนึ่งในการแข่งขันของอุตสาหกรรม หากอุตสาหกรรมใดไม่ได้รับรองมาตรฐาน ก็อาจไม่ได้รับการยอมรับใน การทำธุรกิจต่อกันได้ จึงจำเป็นที่อุตสาหกรรมต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน

ระบบมาตรฐาน ISO เป็นระบบมาตรฐานสากลระหว่างประเทศระบบมาตรฐานที่เราคุ้นเคยหรือได้ยินชื่อ เช่น อนุกรมาตรฐาน ISO 9000 เป็นมาตรฐานระบบการบริหารงานคุณภาพ อนุกรมมาตรฐาน ISO 14000 เป็นมาตรฐานจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นต้น

ส่วนประเทศไทย มีหน่วยงานในการกำหนดกำกับและดูแลคุณภาพของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ สมอ. สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม

2.2.1.1 มาตรฐาน (Standard)

มาตรฐาน หมายถึง ข้อกำหนดหรือเอกสารที่จัดทำขึ้นจากการเห็นพ้องต้องกันและได้รับความเห็นชอบจากองค์การอันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เอกสารดังกล่าววางกฎระเบียบ แนวทางปฏิบัติหรือลักษณะเฉพาะแห่ง กิจกรรม หรือผลที่เกิดขึ้นของกิจกรรมนั้นๆ เพื่อให้เป็นหลักเกณฑ์ใช้กันทั่วไปจนเป็นปกติวิสัย โดยมุ่งให้บรรลุถึงความสำเร็จสูงสุดตามข้อกำหนอที่วางไว้

2.2.1.2 มาตรฐานสากล ISO

องค์การมาตรฐานสากลหรือองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization : ISO) ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2489 ตั้งอยู่ ณ กรุงเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์และกำหนดว่าวันที่ 14 ตุลาคม เป็นวันมาตรฐานโลก (World Standards Day) เป็นองค์การระหว่างประเทศที่ก่อตั้งขึ้นเพื่อทำหน้าที่กำหนดของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ISO เป็นชื่อเรียกองค์การเดิมใช้เป็นตัวอักษรย่อว่า IOS ต่อมาจึงเปลี่ยนเป็น ISO ซึ่งเป็นการเรียกชื่อแทนการใช้อักษรย่อ และเพื่อให้สอดคล้องกับภาษากรีก ที่แปลว่า เท่ากัน เสมอกัน ISO เป็นที่องค์การที่มิใช่หน่วยงานรัฐบาลเป็นองค์การ ที่เกิดจากการรวมตัวระหว่างองค์การอุตสาหกรรมนานาชาติ โดยมีพันธะสัญญาที่จะพัฒนามาตรฐานอุตสาหกรรมในแต่ละประเภทจะมีหน่วยงานทางด้านมาตรฐาน หรือองค์การมาตรฐานของประเทศนั้นๆเป็นตัวแทน มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและ กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเพื่อประโยชน์ทางการค้าระหว่างประเทศ หรือเกิดระบบมาตรฐาน ของโลกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

มาตรฐาน ISO ไม่ได้เป็นมาตรฐานบังคับว่าทุกอุตสาหกรรมต้องปฏิบัติตาม แต่เป็นมาตรฐานที่มีลักษณะ ตามความสมัครใจ โดยส่วนใหญ่ของมาตรฐานจะมุ่งเน้น ให้ความสำคัญเกี่ยวกับคุณภาพของสินค้ามาตรฐานการบริหารการจัดการ มาตรฐานด้านสุขภาพ มาตรฐานด้านความปลอดภัย หรือมาตรฐาน ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น มาตรฐานที่กำหนอจะถูกนำเข้าไปเป็นกฎแนวทางของแต่ละประเทศ หรือใช้เป็นแนวทางด้านเทคนิคในการตัดสินใจ ของหน่วยงานที่ควบคุมกฎระเบียบหรือภาคราชการข้อกำหนอของมาตรฐาน ISO จะถูกกำหนดขึ้นจากแรงผลักดันทางการตลาด และจะต้องเกิดจากความเห็นพ้องของแต่ละประเทศสมาชิก ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละอุตสาหกรรม หรือกลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ใช้เป็นแนวทางสากล การแสดงเจตจำนงขอความต้องการมาตรฐานใด ๆ อาจจะมีความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญ และรัฐบาล หน่วยงานที่ควบคุมกฎระเบียบหรือ ราชการหน่วยงานตรวจสอบ สถาบันศึกษา กลุ่มผู้บริโภคและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องจะแสดงความจำนงของ ความต้องการมาตรฐาน การที่จะประกาศใช้มาตรฐาน ISO ได้ ต้องได้รับความยอมรับอย่างน้อย 75 % จากสมาชิก ทั้งหมด ในแค่ละกลุ่มมาตรฐาน

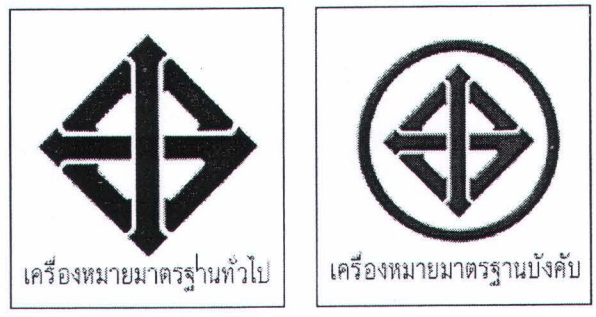
รูปที่ 2.1 แสดงตราสัญลักษณ์มาตรฐาน ISO
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th)

2.2.1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึงสิ่งหรือเกณฑ์ทางเทคนิคที่กำหนดขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เกณฑ์ทางเทคนิคนี้จะระบุคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ ประสิทธิภาพของการนำไปใช้งานคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาผลิต ซึ่งจะรวมถึงวิธีการทดสอบด้วย เพื่อใช้เป็นเครื่องตัดสินว่าคุณภาพผลิตภัณฑ์นั้นๆ เป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ซึ่งหน่วยงานในประเทศไทยที่ดูแลผลิตภัณฑ์อุต สาหกรรม คือ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ สมอ. เป็นหน่วยงานภาคราชการที่ มีการพัฒนาด้านการบริการมาโดยตลอดอย่างต่อเนื่อง และในฐานะที่ สมอ. เป็นสถาบันมาตรฐานแห่งชาติ และเป็นสมาชิกองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน ISO สมอ. จะเป็นผู้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือที่เราเรียกว่า มอก. จะเป็นผู้ออกเครื่องหมาย มอก. ให้แก่หน่วยงาน ที่ได้รับรองตาม มอก.

เครื่องหมาย มอก. คือเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดขึ้นโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) มาตรฐานที่กำหนดขึ้น คือข้อกำหนดที่ระบุคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์วัตถุดิบที่นำมาผลิต ประสิทธิภาพการใช้งาน รวมถึงวิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐาน ปัจจุบัน สมอ. อนุญาตให้แสดงเครื่องหมาย มอก. รับรองผลิตภัณฑ์ 2 เครื่องหมาย คือ

1. เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป
2. เครื่องหมายมาตรฐานบังคับ



รูปที่ 2.2 แสดงเครื่องหมาย มอก. รับรองคุณภาพสินค้า
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.1.4 มาตรฐาน ISO 12647 กับ มอก. 2260

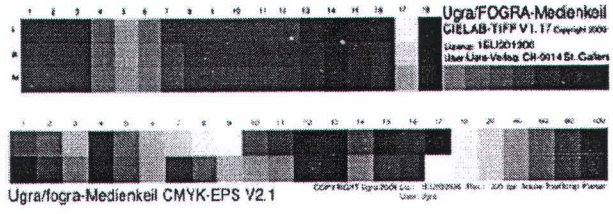
มาตรฐาน ISO ทางการพิมพ์ เป็นกลุ่มมาตรฐาน Graphic Technology มีสมาชิกจากประเทศต่างๆ ประมาณ 37 ประเทศ แบ่งเป็นสมาชิกที่ร่วมทำงานหรือร่วมดำเนินการ (Participating member หรือ P-member) จำนวน 15 ประเทศ ได้แก่เยอรมัน สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน เบลเยี่ยม ออสเตรีย เนเธอร์แลนด์ รัสเซีย ยูเครน สหรัฐอเมริกา บราซิล จีน ญี่ปุ่น และไทย และประเภทสมาชิกสังเกตการณ์ (Observer Member หรือ O-Member) จำนวน 22 ประเทศ เช่น สวีเดน เดนมาร์ก อิตาลี อินเดีย เกาหลี เป็นต้น ISO 12647 เริ่มประกาศใช้เมื่อปี พ.ศ.2544 (ค.ศ. 2001) ISO 12647 จัดเป็นอนุกรมมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานในอนุกรม 6 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ISO 12647-1, ISO 12647-2, ISO 12647-3, ISO 12647-4, ISO 12647-5 และ ISO 12647-6 ซึ่งแต่ละ ISO มีการประกาศใช้มาตรฐานไม่พร้อมกัน โดยเริ่มประกาศใช้ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2544-2549 และไม่ได้เรียงตามมาตรฐาน หลังจากมีประกาศใช้ทุกมาตรฐานแล้ว กระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้นำมาตรฐาน ISO 12647 ทั้งหมดมาจัดทำเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยกำหนดเป็น มอก. 2260 โดยประกาศในปี พ.ศ. 2549 ดังนั้นมาตรฐาน ISO 12647 ก็คือ มอก. 2260

รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องหมายมาตรฐาน ISO 12647
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.1.5 ISO 12647-1: 2004 กับ มอก. 2260 เล่ม 1-2549
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กล่าวถึงพารามิเตอร์และวิธีการวัด (Parameters and Measurement Methods) การควบคุมกระบวนการผลิตในงานแยกสี ฮาล์ฟโทน ปรู๊ฟและพิมพ์ใน กระบวนการพิมพ์ ความถูกต้องของการแสดงสีและน้ำหนักสีจะขึ้นอยู่กับ ข้อตกลงในการควบคุมคุณภาพระหว่างผู้ปฏิ บัติงานแยกสี ปรู๊ฟ และช่างพิมพ์ด้วยการสื่อสารใช้ค่าพารามิเตอร์ทางการพิมพ์ ซึ่งเป็นตัวกำหนด คุณภาพของภาพและสีบนสิ่งพิมพ์ วิธีการนี้จะช่วยให้การทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การแยกสี ปรู๊ฟดิจิตอลหรือปรู๊ฟจากแท่นพิมพ์ สามารถผลิตงานได้เหมือน หรือใกล้เคียงกับงานพิมพ์จริงมาก ที่ สุดโดยไม่จำเป็นต้องทำแบบลองผิดลองถูก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ กำหนดรายการและรายละเอียดของชุดพารามิเตอร์ปฐมภูมิที่จำเป็น และมีความสำคัญต่อคุณภาพงาน พิมพ์ที่ ปรากฏรวมทั้งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของกระบวนการพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นงาน ปรู๊ฟโดย ตรงจากไฟล์ข้อมูลดิจิทัลหรือจากฟิล์มแยกสีฮาล์ฟโทน ขณะที่ในอนุกรมมาตรฐาน เทคโนโลยี การพิมพ์ฉบับอื่นๆกำหนดค่าของพารามิเตอร์เหล่านี้ เพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการเฉพาะ (ได้แก่ การพิมพ์ ออฟเซต กราวัวร์ เฟล็กโซกราฟ และสกรีน) พบว่าบางระบบพิมพ์พารามิเตอร์กลุ่มหนึ่งอาจ มีนัยสำคัญมากกว่าพารามิเตอร์ระบบอื่น ๆ ในกรณีนี้พารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญจะกำหนดไว้เพื่อบังคับ ใช้ในขณะที่พารามิเตอร์อื่น ๆ จะกำหนดเพื่อเป็นทางเลือก อย่างไรก็ตามในมาตรฐานเล่มนี้จะพิจารณา พาราามิเตอร์ทั้งหมดโดยให้ความสำคัญอย่างเท่าเทียมกันพารามิเตอร์ปฐมภูมิหมายถึง พารามิเตอร์ที่ มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของภาพ(การมองเห็น)พารามิเตอร์ทุติยภูมิหมายถึงพารามิเตอร์ที่มีผลทางอ้อม ต่อคุณภาพของภาพด้วยการทำให้ค่าพารามิเตอร์ปฐมภูมิเปลี่ยนแปลงไป ตัวอย่างพารามิเตอร์ทุติยภูมิ เหล่านี้ได้แก่ การกำหนดเครื่องหมายรีจิสเตอร์ ลำดับสีในการพิมพ์

2.2.1.6 ISO 12647-2: 2004 กับ มอก. 2260 เล่ม 2-2549
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงกระบวนการพิมพ์ออฟเซต (Offset Lithographic Process) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์และเกณฑ์กำหนดทางเทคนิค ที่เกี่ยวข้องกับคุณ

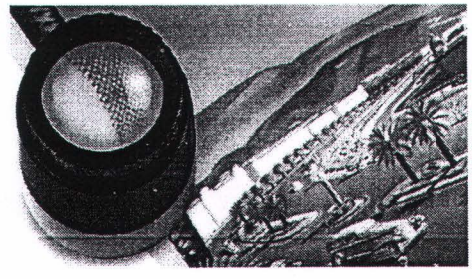
ภาพงานพิมพ์ออฟเซตมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้นำเสนอพารามิเตอร์ต่างๆทางการพิมพ์และค่าเกณฑ์กำหนด เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนการแยกสีสำหรับออฟเซตสี่สีจนถึงขั้นตอนพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นระบบพิมพ์ป้อนม้วนแห้งตัวด้วยความร้อนป้อนแผ่นหรือการพิมพ์แบบฟอร์ม ต่อเนื่อง และปรู๊ฟของงานพิมพ์เหล่านี้ รวมถึงปรู๊ฟออฟเซตสำหรับงานพิมพ์ฮาล์ฟโทนระบบกราวัวร์ด้วย



รูปที่ 2.4 แสดงแถบควบคุมคุณภาพในมาตรฐาน ISO 12647
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.1.7 ISO 12647-3: 2005 กับ มอก. 2260 เล่ม 3-2549
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงการพิมพ์หนังสือด้วยระบบออฟเซต แบบ (Coldest Offset Lithography and Letterpress on Newsprint) มีวัตถุประสงค์เพื่อ กำหนดค่าพารามิเตอร์และเกณฑ์กำหนดทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพสิ่งพิมพ์หนังสือพิมพ์ด้วยระบบออฟเซตแบบโคลด์เซต มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

นำเสนอพารามิเตอร์ต่างๆ ทางการพิมพ์และค่าเกณฑ์กำหนด เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนการแยกสีและปรู๊ฟสำหรับพิมพ์หนังสือพิมพ์สีเดียวหรือสี่สีจนถึงขั้นตอนพิมพ์



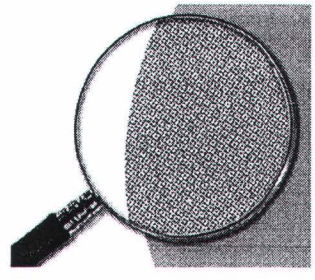
รูปที่ 2.5 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.1.8 ISO 12647-4: 2005 กับ มอก. 2260 เล่ม 4-2549

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงการพิมพ์นิตยสารวารสารด้วยระบบกราวัวร์ (Publication gravure Printing) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ปฐมภูมิ และเกณฑ์กำหนดทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพงานพิมพ์นิตยสารวารสาร ด้วยระบบกราวัวร์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้นำเสนอพารามิเตอร์ต่างๆทางการพิมพ์และค่าเกณฑ์กำหนด เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการผลิตนิตยสารวารสารสี่สีด้วยระบบกราวัวร์ ตั้งแต่ขั้นตอนการแยกสี ปรู๊ฟ จนถึงขั้นตอนพิมพ์

2.2.1.9 ISO 12647-5: 2001 กับ มอก. 2260 เล่ม 5-2549

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงการพิมพ์สกรีน (Screen Printing) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดต่าพารามิเตอร์ปฐมภูมิและเกณฑ์กำหนดทางเทคนิค ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพงานพิมพ์สกรีนฮาร์ฟโทนบนวัสดุประเภทกระดาษ พลาสติก และกระดาษแข็งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้นำเสนอพารามิเตอร์ต่างๆทางการพิมพ์ และค่าเกณฑ์ กำหนดเพื่อใช้ควบคุม การพิมพ์สกรีนสี่สีตั้งแต่ขั้นตอนการแยกสี ปรู๊ฟจนถึงขั้นตอนการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ทั้งแบบรายและแบบโม (Flatbed or Cylinder screen Printing)



รูปที่ 2.6 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.1.10 ISO 12647-6: 2006 กับ มอก. 2260 เล่ม 6-2549

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงการพิมพ์ระบบเฟล็กโซกราฟี (Flexographic Printing) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ปฐมภูมิและเกณฑ์กำหนดทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพสิ่งพิมพ์ที่ผลิตโดยการพิมพ์ภาพฮาร์ฟโทนเฟล็กโซกราฟีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดพารามิเตอร์ต่างๆทางการพิมพ์และค่าเกณฑ์กำหนดเพื่อใช้กับการพิมพ์บรรจุภัณฑ์และงานพิมพ์ทั่วไปด้วยกระบวนการเฟล็กโซกราฟีสี่สี ยกเว้นการพิมพ์หนังสือพิมพ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการแยกสี เตรียมฟิล์มทำแม่พิมพ์ ปรู๊ฟ พิมพ์ และขั้นตอนหลังพิมพ์

2.2.1.11 ISO 12647-4:2007 กับ มอก. 2260 เล่ม 7-2551

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กล่าวถึงการควบคุมค่าพารามิเตอร์ปฐมภูมิ สำหรับปรู๊ฟงานพิมพ์ดิจิทัล (Digital proof print) เป็นพื้นฐานที่ทำให้มั่นใจว่าสีเทาในขั้นตอนการแยกสีจะพิมพ์ได้สีเทาเดียวกันกับในขั้นตอนการปรู๊ฟและพิมพ์ความเบี่ยงเบนจากสีเทาที่ยังเหลืออยู่เนื่องจากการ ใช้วิธีการลดกัน เหลื่อมผิด (trapping) มีความแตกต่างกันสามารถขจัดออกไปได้โดยปรับค่าสีให้อยู่ในเกณฑ์ความคลาด เคลื่อนที่กำหนดในอุตสาหกรรมการพิมพ์มีการใช้ปรู๊ฟ เพื่อทำนายการให้แสงและเงาของไฟล์ข้อมูล ดิจิทัลอย่างแพร่หลาย ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีต่าง ๆ ซึ่งแต่ละวิธีอ้างอิงกับชุดข้อมูลลักษณะเฉพาะที่

กำหนด ภาวะการพิมพ์ภาวะการพิมพ์กำหนดขึ้นจากโพร์ไพล์ ICC (International Color Consortium) หรือกำหนดขึ้นจากชุดข้อมูลลักษณะเฉพาะที่เกี่ยวข้องทั้งสองกรณีมีความสัมพันธ์กับแหล่งข้อมูลและการกำหนดสีด้วยการวัด ข้อมูลดังกล่าวอาจได้มาจากภาวะการพิมพ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานกระบวนการพิมพ์ในอนุกรมมาตรฐาน มอก.2260 (ISO 12647) ที่เกี่ยวข้องโดยกลุ่มการค้าอุตสาหกรรมหรือในแต่ละอุตสาหกรรม

ปัญหาของการเทียบสีของการพิมพ์ 2 หน้า บนวัสดุที่ใช้พิมพ์น้ำหนักเบา (lightweight printing sub strate) เช่น ที่ใช้ในการพิมพ์กราวัวร์ป้อนม้วนหมาดตัวด้วยความร้อนสำหรับการพิมพ์นิตยสาร วารสาร เมื่อนำมาเทียบกับปรู๊ฟดิจิทัลบนวัสดุเกือบทึบแสง ถ้าปรู๊ฟผลิตขึ้นโดยใช้โพร์ไฟล์การจัดการสีที่อ้างอิง กับการวัดโดยใช้วัตดุสีขาวปิดทับหลัง จะมีความแตกต่างที่มองเห็นได้และสามารถวัดได้ระหว่างปรู๊ฟ กับสิ่งพิมพ์วางอยู่บนวัสดุสีดำ การปิดทับหลังด้วยวัสดุสีดำเป็นต้น

2.2.1.12 ใครบ้างที่ต้องการมาตรฐานการพิมพ์

ผู้ที่ต้องการมาตรฐานการพิมพ์ ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ประกอบด้วยลูกค้า ผู้จัดจ้าง กลุ่มธุรกิจ แยกสี และทำปรู๊ฟที่ต้องการเทียบสีให้ดีขึ้น สีเหมือนกับแผ่นพิมพ์มากขึ้น กลุ่มโรงพิมพ์ที่ต้องการ พิมพ์งานให้เหมือนปรู๊ฟ ลดต้นทุนในการเตรียมพิมพ์และรับงานพิมพ์จากลูกค้าที่ ต้องการมาตรฐาน ได้อย่างสะดวกสบายใจ หรือแม้แต่การทำให้โรงพิมพ์เป็นที่ยอมรับในเรื่องคุณภาพมาตรฐานอันจะช่วยนำชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือมาสู่โรงพิมพ์

2.2.1.13 ข้อกำหนดในการทำมาตรฐานการพิมพ์

ใน ISO 12647 ได้ทำข้อกำหนดมาตรฐานตั้งแต่เรื่องไฟล์งานที่ใช้ ฟิล์มและการแยกสี คุณภาพของฟิล์ม ความดำ (Density) การบวมของเม็ดสกรีน (Dot Gain) ความถี่สกรีน มุมสกรีน รูปร่างของสกรีน สีของกระดาษ สีของชุดหมึกพิมพ์ คุณภาพของแม่พิมพ์ และแผ่นปรู๊ฟการพิมพ์ การไล่ระ ดับ

ของสี (Tone value increase) สภาพการควบคุมคุณภาพ การรายงานสภาพงานพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละหัวข้อมีการกำหนดวิธีการปฏิบัติและค่าของมาตรฐานต่างๆไว้อย่างละเอียด

2.2.1.14 ประโยชน์ของการทำมาตรฐานการพิมพ์

การนำ ISO 12647 มาใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ ช่วยให้เกิดประโยชน์โดยตรงต่อธุรกิจเป็นอย่างมาก เช่น

ความเป็นสากล ได้คุณภาพของงานเป็นที่ยอมรับ

ISO 12647 เป็นมาตรฐานกาพิมพ์ที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลก ดังนั้นหากหน่วยงานใดได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 12647 นี้ ก็จะเป็นการแสดงให้เห็นว่า มีการปฏิบัติงานด้านงานพิมพ์ที่มีคุณภาพมาตรฐาน ก่อให้เกิดความมั่นใจในการติดต่อธุรกิจด้วย

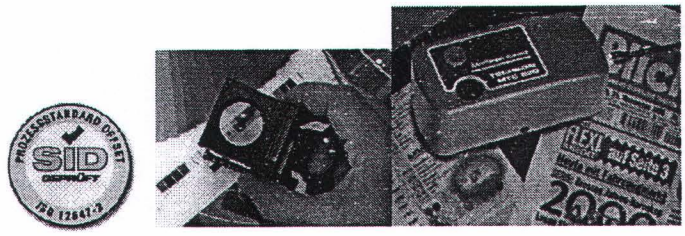
การทำงานคล่องตัวและรวดเร็วขึ้น

ในข้อกำหนดของ ISO 12647 มีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน ช่วยให้การสื่อสารในการทำงาน เป็นภาษาเดียวกันมีการทำงานที่เป็นระบบและขั้นตอน นอกจากนี้ยังครอบคลุมไปยังส่วนอื่นที่เกี่ยว ข้อง กับการพิมพ์ด้วยเช่น วัสดุพิมพ์ หมึกพิมพ์ ทำให้ปัญหาในการผลิตสิ่งพิมพ์ลดลง

ช่วยลดปัญหาการพิมพ์ที่เกิดขึ้นและสามารถตรวจสอบได้

ISO 12647 ได้มีการกำหนดให้มีการใช้เครื่องมือในการวัดคุณภาพของงานพิมพ์รวมทั้งการจดบันทึกและนำผลมาวิเคราะห์นอกจากนี้ ISO 12647 ช่วยเพิ่มผลผลิตในการทำงาน ลดความสูญเสีย ลดต้นทุนรวมทั้งช่วยเพิ่มศักยภาพ การยอมรับและความสามารถในการแข่งขัน ทั้งในประเทศภูมิภาคของโลก และทั่วโลกได้ อันเป็นการขจัดปัญหาข้อโต้แย้งและการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศได้

จะเห็นได้ว่ามาตรฐาน ISO 12647 หรือ มอก. 2260 มีความสำคัญอย่างไรต่ออุตสาหกรรมการพิมพ์ต่อธุรกิจ ต่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ดังนั้นหน่วยงานที่อยู่ในอุตสาหกรรม การพิมพ์ควร จะตระหนักและเริ่มจัดทำมาตรฐานการพิมพ์เพื่อให้เป็นที่ยอมรับ แม้ว่าการที่จะได้รับรองมาตรฐาน ISO นั้น ไม่ใช่เรื่องง่าย จะต้องได้รับความร่วมมือจากบุคลากรภายในหน่วยงานและหน่วยงาน สนับ สนุน ภายนอก แต่ก็คงไม่ยากเกินไปที่จะร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติให้ประสบความสำเร



รูปที่ 2.7 แสดงเครื่องหมายมาตรฐาน ISO12647
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์
(ที่มา www.fit.ssru.ac.th/)

2.2.2 การทำมาตรฐานการพิมพ์

2.2.2.1 แบบทดสอบ (Test Form)

แบบทดสอบ หรือ Test Form หมายถึง เครื่องที่ออกแบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ ประกอบด้วยแถบควบคุม และภาพสีแบบต่างๆ มารวมกันจัดเป็นหน้าได้ตามขนาดที่ ต้องการ อาจจะออกแบบเอง หรือสำเร็จรูปจากสถาบัน องค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น ISO , GATF , FOGRA,PIRA, Bruner และ UGRA เป็นต้น มีข้อสังเกตว่าแบบทดสอบสำเร็จรูปจากสถาบันต่างๆจะมีความแตกต่างกันในการกำหนดใช้แถบควบคุมซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรพิจารณาก่อนใช้ เช่น แบบทดสอบ GATF จะไม่รวมแถบสำหรับตรวจสอบการเกิดภาพหลอก (Ghosting) รีจิสเตอร์ และแถบควบคุม การทำแม่พิมพ์ เป็นต้น

แบบทดสอบที่ดีจะต้องสามารถทำการวิเคราะห์สภาวะการพิมพ์นั้นๆ และความถูกต้องของระบบที่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์ เช่น เครื่องอิมเมจเซ็ตเตอร์ และปรู๊ฟดิจิทัล เป็นต้น สภาวะการพิมพ์ ได้แก่ ค่าความดำ (Density) ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) ความเปรียบต่างของการพิมพ์ (Print Contrast) การจับหมึก (Ink Trapping) การผลิตน้ำหนักสี (Tone Reproduction) และเฉดสีที่ได้ รวมทั้งปัญหาการพิมพ์ เช่น พิมพ์พร่า (Slur) พิมพ์ซ้อน (Doubling) การขยายตัวของกระดาษ (Paper Fan-out) และสมดุลระหว่าง หมึกพิมพ์กับน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้แบบทดสอบยังมีประโยชน์ใช้ในการตรวจสอบ สภาพความสมบูรณ์ของเครื่องพิมพ์ได้อีกด้วย

แบบทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Form) จะเป็นแบบทดสอบที่ได้รับการยอมรับกันในการทำธุรกิจ เพราะสามารถใช้ในการสื่อสารทำความ เข้าใจระหว่างโรงพิมพ์กับลูกค้า หรือผู้ขายเครื่อง ได้เป็นอย่างดีก่อนตัดสินใจจะจ้างพิมพ์หรือ ซื้อเครื่องใหม่ นอกจากนี้แนวโน้มในอนาคตการใช้

แบบทดสอบ ยังจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับ โรงพิมพ์ มาตรฐาน เพื่อให้ได้งานพิมพ์คุณภาพสม่ำเสมอ

2.2.3 การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์

คุณภาพในทางการพิมพ์ หมายถึง ลักษณะของสิ่งพิมพ์ที่เป็นที่พึงพอใจของลูกค้า ลูกค้าของโรงงานส่วนใหญ่จะให้ความสนใจคุณภาพของสีภาพพิมพ์มากที่สุด และยังมุ่งหวังให้สิ่งพิมพ์ที่ได้มีสีที่ถูกต้อง เหมือนกันหมดทุกๆแผ่นตลอดงานพิมพ์นั้น ๆ สำหรับคุณภาพงานพิมพ์ในความหมายของผู้ผลิตงาน พิมพ์ หรือช่างพิมพ์นั้น หมายถึง ความเหมือนของแผ่นงานพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์กับแผ่นปรู๊ฟที่ ลูกค้าได้ตรวจสอบด้านสี และรายละเอียดต่างๆและอนุมัติให้เป็นต้นแบบของการพิมพ์ แล้วช่างพิมพ์ ก็จะยึดสีและรายละเอียดต่างๆบนแผ่นปรู๊ฟเป็นต้นแบบในการพิมพ์ เพื่อให้ลักษณะของแผ่นงานพิมพ์ ที่พิมพ์ได้จากเครื่องมีความถูกต้องตรงความต้องการของลูกค้า

ในการพิมพ์งานพิมพ์ การตรวจสอบจะเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์กล่าวคือ การตรวจสอบนั้นจะเป็นการพิจารณา และเปรียบเทียบลักษณะต่างๆของแผ่นงานพิมพ์ เมื่อเทียบกับแผ่นปรู๊ฟ สำหรับการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์นั้น จะหมายถึงกระบวนการควบคุมปัจจัยการผลิต เช่น แม่พิมพ์ วัสดุการพิมพ์ต่างๆ เช่น กระดาษ หมึกพิมพ์ เป็นต้น และควบคุมกระบวนการผลิต เช่น สภาพการพิมพ์และการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ เป็นต้น โดยในระหว่างการผลิตจะมีการตรวจสอบ คุณภาพของแผ่นพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์เป็นระยะๆเพื่อให้สามารถผลิตแผ่นพิมพ์ให้มีคุณภาพเมื่อเทียบกับแผ่นปรู๊ฟ

การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์มักจะทำเป็น 2 ขั้นตอน คือขั้นตอนการเตรียมพร้อมพิมพ์ และขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ ในส่วนขั้นตอนการเตรียมพร้อมพิมพ์นั้น ช่างพิมพ์จะเดินเครื่องพิมพ์ด้วยความเร็วไม่สูงนัก เพื่อผลิตแผ่นพิมพ์ที่มีความใกล้เคียงแผ่นปรู๊ฟมากที่สุดซึ่งเรียกว่า แผ่นโอเคชีท (OK sheet) แล้วช่างพิมพ์จะทำการเดินเครื่องด้วยความเร็วสูงเพื่อทำการพิมพ์งานต่อเนื่องและระหว่าง หว่างการพิมพ์ช่างพิมพ์ก็ต้องดึงแผ่นพิมพ์มาตรวจสอบคุณภาพอยู่เป็นระยะๆ โดยเปรียบเทียบกับแผ่นโอเคชีท เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีปัญหาทางการพิมพ์เกิดขึ้น และคุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้ยังถูกต้องตามที่ ต้องการไว้ก่อนทำการผลิต หากเริ่มเห็นว่าคุณภาพงานพิมพ์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จะต้อง ทำการควบคุมให้คุณภาพกลับมาเหมือนเดิมทันที

2.2.3.1 ความสำคัญของการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์

จุดประสงค์ของการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ก็เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพอันสม่ำเสมอตลอดกระบวนการผลิต งานพิมพ์ที่ไม่มีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพจะเป็นงานที่มีความสูญเสีย

มากทั้งเวลาในการผลิตและต้นทุนของวัสดุที่ใช้ เช่น โรงพิมพ์ปล่อยให้ช่างพิมพ์พิมพ์งานโดยไม่ได้ควบคุมคุณภาพ และกำหนดขอบเขตที่ยอมรับได้ของสีงานพิมพ์ เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วงานพิมพ์ที่ได้จะมีความแตกต่างของสีกันมากเมื่อส่งงานให้ลูกค้า ลูกค้าอาจไม่ยอมรับงานนั้นได้ ทำให้ต้องเสียเวลาและ ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์งานใหม่

การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ มีความสำคัญอย่างมากต่อลูกค้าและผู้ผลิตสิ่งพิมพ์จะช่วยให้ลดการสูญเสีย เนื่องจากจะเห็นข้อบกพร่องได้ทันก่อนที่จะพิมพ์งานเสียจนไม่สามารถแก้ไขได้และหากทำการแก้ไขและ ควบคุมให้งานพิมพ์มีคุณภาพอยู่ในขอบเขตที่กำหนด ก็จะทำให้การสูญเสียเกิดขึ้นน้อยและจะช่วยให้ผลกำไรเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้นทุนในการผลิตที่เกิดจากกาสูญเสียวัตถุดิบลดลงทำให้เกิดภาพพจน์ที่ดีต่อบริษัทเพราะมีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ทำให้งานพิมพ์ที่ได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจของลูกค้า และถือเป็นการรักษาปริมาณงานให้มีอยู่อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีการตรวจสอบและควบคุมให้งานมีคุณภาพ ย่อมทำให้ลูกค้าพึงพอใจที่จะติดต่อพิมพ์งานด้วย

2.2.4 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพ

2.2.4.1 ค่าความดำพื้นทึบและเม็ดสกรีนบวม

การพิจารณาค่าความดำพื้นทึบและเม็ดสกรีนบวมมีวิธีการดังนี้

- ทำการพิมพ์จ่ายหมึกน้อยไปหามาก เพื่อเพิ่มความเข้มและคอนทราสของการพิมพ์จนกระทั่ง ภาพพิมพ์ดูคล้ำและอาจเกิดสกรัมขึ้นอย่างเห็นได้ชัด
- วัดค่าคอนทราสหรือค่าเปรียบต่าง (Pc) ของภาพพิมพ์จากแผ่นพิมพ์ข้างต้นของแต่ละสีนำไป พล็อตกราฟระหว่างค่าความดำพื้นทึบ กับค่าเปรียบต่างที่คำนวณได้ให้พิจารณา แผ่นพิมพ์ที่ทำให้ค่า เปรียบต่างสูงที่สุดของแต่ละสีแผ่นที่ได้นี้ถือว่าเป็นแผ่นพิมพ์อ้างอิง ที่จะนำไปใช้วัดค่าความดำพื้นทึบ และค่าเม็ดสกรีนบวมของระบบพิมพ์นั้นต่อไป

2.2.4.2 ลักษณะเฉพาะของภาพพิมพ์

ลักษณะเฉพาะของภาพพิมพ์สามารถแสดงได้ด้วย กราฟที่พล็อตระหว่างค่าความดำของต้นฉบับบริเวณสีเทากับค่าความดำของภาพที่พิมพ์ได้ หรือค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนของต้นฉบับ (ฟิล์มแยกสี CMYK) กับค่าเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนที่วัดได้บนภาพพิมพ์แต่ละสี ได้กราฟทั้งหมด 4 เส้น (CMYK) ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เครื่องวัดค่าความดำวัดค่าเปอร์เซ็นเม็ดสกรีนได้ โดยจะทำวิเคราะห์มีแถบควบคุมเท่านั้น ไม่ใช่ส่วนบริเวณภาพพิมพ์

2.2.4.3 เกณฑ์การพิจารณาสมดุลเทา

โดยปกติการควบคุมสมดุลเทา จะทำได้ในแถบควบคุมมาตรฐานทั่วไปอาจมี 2 ช่อง สำหรับมิดโทนและชาโดว์หรือ 1 ช่อง บริเวณมิดโทนอย่างเดียว โดยมีสัดส่วนร้อยละของ CMY ตามมาตรฐานนั้น ๆ กำหนด ใช้ตาของช่างพิมพ์ในการพิจารณาให้มองเห็นเป็นสีเทาซึ่งจะแสดงว่าภาพพิมพ์ที่ได้ไม่มีการเพี้ยนของสีใดๆ เกิดขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม ระบบพิมพ์ที่แตกต่างกัน อาจทำให้การพิจารณาสมดุลเทาไม่ถูก ต้อง หรืออาจไม่สัมพันธ์กับค่าความดำ และค่าเม็ดสกรีนบวมที่กำหนดไว้ก็ได้

ดังนั้นแถบสมดุลที่ถูกต้องจึงน่าจะออกแบบขึ้นมาใช้เองสำหรับระบบพิมพ์หนึ่งๆ ที่ไม่สอดคล้องตามมาตรฐาน สากล ซึ่งค่าร้อยละ CMY ที่กำหนดจะได้มาจากการพิมพ์แบบทดสอบทั่วไป เช่น แบบทดสอบ GATF หรือ TRAND (Tone Reproduction and Neutral Density) เป็นต้น ส่วนจะระบุว่าเป็นมิดโทนหรือชาโดว์นั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ปฏิบัติงานเอง

2.2.4.4 ความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

ค่าความเปรียบต่างจากภาพพิมพ์เป็นการเปรียบเทียบค่าความดำของบริเวณเงา ณ ตำแหน่งพื้นที่สกรีนที่ 70% (บางทีอาจวัดที่ 75% หรือ 80%) กับตำแหน่งพื้นทึบ จะบอกถึงความสมารถ ของระบบพิมพ์ใน การรักษารายละเอียดของบริเวณเงา เนื่องจากรายละเอียดบริเวณเงาเป็นสิ่งสำคัญกับภาพทั่วไป เช่น ภาพแบน จะมีค่าเปรียบต่างต่ำ และภาพที่ให้รายละเอียดดี จึงมีค่าเปรียบต่างสูง

ค่าเปรียบต่างภาพพิมพ์ = $D_s - D_t / D_s \times 100$

D_s : ค่าความดำตำแหน่งพื้นทึบ

D_t : ค่าความดำของบริเวณสกรีน

จากสมการ ถ้าต้องการให้ค่าความเปรียบต่างสูงขึ้น จะต้องพิมพ์ให้ได้ค่าความดำพื้นทึบสูง ๆ พร้อม ๆ กับรักษาบริเวณเงาให้คงมีรายละเอียดอยู่ (เม็ดสกรีนไม่บวมจนตัน) นอกจากนี้ในระหว่างการพิมพ์ค่าเปรียบต่าง ยังมีประโยชน์ใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงการรักษาสมดุลน้ำ/หมึกพิมพ์ ได้อีกด้วยจากกราฟในรูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดำพื้นทึบกับค่าความเปรียบ ต่างภาพพิมพ์จะ เห็นว่าในช่วงเริ่มต้นพิมพ์ ค่าความดำพื้นทึบเพิ่มขันพร้อมๆกับค่าเปรียบต่างที่เพิ่มขึ้นด้วย จนถึงตำแหน่งค่าสูงสุด จากนั้นค่าความเปรียบต่างเริ่มลดลง ให้ช่างพิมพ์ยึดตำแหน่งที่ค่าความดำพื้นทึบกับค่าเปรียบต่างภาพพิมพ์สูงสุด ให้เป็นค่ามาตรฐานในการควบคุมการจ่ายหมึกในระบบพิมพ์ต่อไป

2.2.4.5 การจับหมึก (Trapping)

ค่าการจับหมึก หรือเรียกสั้นๆว่า แทร็ปปิ้ง จะบ่งบอกถึงสมรรถนะของหมึกพิมพ์ในการรับหมึกอีกสีหนึ่งในการพิมพ์ซ้อนเปรียบเทียบกับการรับหมึกของกระดาษ ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าการจับหมึกได้แก่ ความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ ความเหนียว (Viscosity) และความเหนียวหนืด (Tack) ของหมึกพิมพ์ ความเร็วและลำดับสีในการพิมพ์

สมการ Preucil เป็นสมการคำนวณค่าการจับหมึก จากค่าความดำที่ได้จากสีที่พิมพ์ก่อนหรือหลัง ดังนั้น ผู้ใช้จะต้องรู้ลำดับสีในการพิมพ์ก่อนหลังด้วย

ถ้าค่าการจับหมึกไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน จะทำให้เกิดการเพี้ยนของสีที่พิมพ์ซ้อนกัน ได้แก่ แดง (M+Y), เขียว (C+Y) และน้ำเงิน (C+M) ซึ่งจะพบได้จากงานพิมพ์ที่มีรถสีแดง หญ้าสีเขียว และท้องฟ้าสีน้ำเงิน เป็นต้น

สมการ Preucil

ค่าการจับหมึก (แทร็ปปิ้ง) = $D_{op} - d_1/D_2 \times 100$

D_{op}:ความดำของหมึก 2 สีที่พิมพ์ทับกัน

D_1 :ความดำของชั้นหมึกที่พิมพ์ก่อน

D_2 :ความดำของชั้นหมึกที่พิมพ์ทีหลัง

หมายเหตุ : $D_{op,}$ $D_{1,}$ D_2 จะถูกวัดโดยใช้ฟิลเตอร์ที่ใช้วัด D_2

2.2.5 ข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 12647-2

ISO 12647-2 คือ มาตรฐานในการควบคุมกระบวนการพิมพ์ออฟเซต 4 สี ไม่ว่าจะเป็นระบบ Heat set Web, Sheet-fed, Continuous form หรือ ปรู๊ฟตาม โดยแยกเป็นขั้นตอนต่างๆดังนี้

- ขั้นตอนการแยกสี
- การทำแม่พิมพ์
- ปรู๊ฟ
- พิมพ์

2.2.5.1 ข้อกำหนดฟิล์มแยกสี

ก) คุณภาพ ค่าความดำ (Density) สูงสุดของฟิล์มไม่ควรน้อยกว่า 3.5 และส่วนใสไม่เกิน 0.10 ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดค่าความดำชนิดโปร่งแสง (UV Transmission Densitometer) ความกว้างของเม็ดสกรีนที่เบลอ (Fringe) ไม่ควรเกินระยะ 1/40 ของความกว้างจริงของเม็ดสกรีน

ข) ความละเอียดของสกรีน สำหรับงานพิมพ์ 4สี ค่าความละเอียดของสกรีนควรอยู่ระหว่าง 45-80 เส้น/ซ.ม. ดังนี้

Web Offset : 45-60 เส้น/ซ.ม. (115-150 เส้น/นิ้ว)

Continuous Form : 52 – 60 เส้น/ซ.ม. (133-150 เส้น/นิ้ว)

Commercial/Specialty : 60-80 เส้น /ซ.ม. (150 – 200 เส้น/นิ้ว)

ค) องศาสกรีน Cyan 15 องศา, Magenta 75 องศา, Yellow 0 องศา, Black 45 องศา

ง) รูปร่างเม็ดสกรีน สามารถใช้ได้ทั้งรูปร่างทรงกลม สี่เหลี่ยม และวงรี

จ) UCR/GCR จะกำหนดเท่าใดก็ได้ แต่ค่า% TIC (Total Ink Coverage) ควรมีค่าใกล้เคียง 350% สำหรับระบบป้อนแผ่น และ 300% สำหรับระบบป้อนม้วน

ฉ) สมดุลสีเทา

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าสมดุลสีเทา ตามมาตรฐาน ISO 12647 -2

	C	M	Y
ไฮไลท์1/4	25%	19%	19%
มิดโทน	50%	40%	40%
ชาโดว์3/4	75%	64%	64%

2.2.5.2 ข้อกำหนดภาพพิมพ์

ก) กระดาษพิมพ์

กระดาษพิมพ์ที่ใช้เป็นปรู๊ฟควรเป็นชนิดเดียวกับกระดาษที่ใช้พิมพ์จริงแต่ถ้าไม่สามารถทำได้ควรเลือกกระดาษที่มีสมบัติของผิวใกล้เคียงกับกระดาษพิมพ์จริงๆ เช่น ค่าสี (L*a*b*) ความมันวาว ความสว่าง ชนิดของผิว และน้ำหนัก เป็นต้น

ISO ได้จำแนกประเภทของกระดาษพิมพ์ออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

- กระดาษชนิดที่1 Gloss Coated, Wood Free
- กระดาษชนิดที่2 Matt Coated, Wood Free
- กระดาษชนิดที่3 Gloss Coated, Web
- กระดาษชนิดที่4 Uncoated, White
- กระดาษชนิดที่5 Uncoated, Yellowish

กระดาษแต่ละชนิดจะมีข้อกำหนดค่าสีความมันวาว ความสว่าง และน้ำหนักสี ดังรายละเอียดในตาราง

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสมบัติต่างๆของกระดาษพิมพ์ 5 ชนิด ตามมาตรฐาน ISO 12647-2

ชนิดของกระดาษ	ค่าสี			ความมันวาว(%)	ความสว่าง(%)	น้ำหนัก(%)
	L*	a*	b*			
1. Gloss Coated, Wood Free	93	0	-3	65	85	115
2. Matt Coated, Wood Free	92	0	-3	38	83	115
3. Gloss Coated, Web	87	-1	3	55	70	70
4. Uncoated, White	92	0	-3	6	85	115
5. Uncoated, Yellowish	88	0	6	6	85	115
ค่าขอบเขตในการยอมรับ	±3	±2	±2	±5	-	-

การวัดค่าสีให้กำหนดภาวะดังนี้ Black Backing, D50 Illuminant, 2องศา Observer, 0/45 หรือ 45 องศา /0 Geometry

ข) สี

มาตรฐาน ISO ได้แนะนำวิธีการควบคุมสีของการพิมพ์ด้วยการใช้ค่าสี L*a*b* เข้าช่วยโดยพิจารณาที่บริเวณพื้นตาย ของปรู๊ฟและสิ่งพิมพ์จริงตามตาราง

ตารางที่ 2.4 แสดงการควบคุมสีของการพิมพ์โดยใช้ค่าสี L*a*b*

ชนิดกระดาษ สีบริเวณพื้นตาย	1 L*a*b*	2 L*a*b*	3 L*a*b*	4 L*a*b*	5 L*a*b*
K	18/0/-1	18/1/1	20/0/0	25/2/1	25/1/2
C	54/-37/-50	54/-33/-49	54/-37/-42	62/-23/-39	58/-25/-35
M	47/75/-6	47/72/-3	45/71/-2	53/56/-2	53/55/1
Y	88/-6/95	88/-6/90	82/-6/86	86/-4/68	84/-1/70
R	48/-65/45	47/63/42	46/61/42	51/53/22	50/50/26
G	49/-65/30	47/-60/26	50/-62/29	52/-38/17	52/-38/17
B	26/22/-45	26/24/-43	26/20/-41	38/12/-28	38/14/-28

ข้อสังเกต

- ลำดับสีในการพิมพ์จะเริ่มต้นด้วย CMYK ตามลำดับ และในภาวะในการ วัดสีจะใช้เช่นเดียว กับการวัดสีของกระดาษ

- ข้อกำหนดนี้ยังได้เสนออีกว่า ถ้าจะใช้ปรู๊ฟเทียบสีได้ใกล้เคียงกับสิ่งพิมพ์จริงแล้ว ค่าความแตกต่างๆ ของสี ΔE^*ab ระหว่างแผ่นปรู๊ฟกับแผ่น OK Sheet จะต้องอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 แสดงข้อกำหนดค่าความแตกต่างของสี CIELAB ΔE^*ab ที่ยอมรับได้

	CIELAB ΔE^*ab			
	K	C	M	Y
Deviation tolerance	4	5	8	6
Variation tolerance	2	2.5	4	3

- สำหรับสิ่งพิมพ์ที่ใช้สีพิเศษ โดยเฉพาะงานพิมพ์บรรจุภัณฑ์ค่า Δ Tolerance ของ E^*ab ควรมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดไว้ข้างต้น

ค) ขอบเขตการผลิตน้ำหนักสี

เป็นที่คาดหวังไว้ว่าน้ำหนักสีของภาพบนฟิล์ม ควรจะถ่ายทอดไปสู่กระดาษพิมพ์ อย่างสม่ำเสมอและสมบูรณ์มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีจำกัดอยู่บ้าง เนื่องจากความละเอียดของสกรีนและกระดาษเองไม่สามารถผลิตน้ำหนักสีได้ทั้งหมด มาตรฐาน ISO เสนอค่าขอบเขตของน้ำหนักสี บนฟิล์มแยกสีที่เหมาะสมในการพิมพ์ดังนี้

- ความละเอียด 40 - 70 เส้น/ซ.ม. (100 – 175 เส้น/นิ้ว) กำหนด 3 - 97%
- ที่ความละเอียด 80 เส้น/ซ.ม. (200 เส้น/นิ้ว) กำหนด 5 - 95%

ง) ค่าน้ำหนักโทนสีที่เพิ่มขึ้น

การทำมาตรฐานการพิมพ์ด้วยการกำหนดค่าน้ำหนักโทนที่เพิ่มขึ้น ได้กลายเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งทั้งปรู๊ฟและงานพิมพ์จริงต้องระบุค่าให้ชัดเจน ให้ช่างพิมพ์นำไปควบคุมงานพิมพ์ ISO 12647-2 นี้ได้จำแนกระดับค่าน้ำหนักโทนที่เพิ่มขึ้น ออกเป็น 8 ระดับ จากน้อยไปหามาก (A-H) ดังแสดงในตาราง ขึ้นอยู่กับชนิดของแม่พิมพ์และกระดาษที่ใช้ รวมทั้งประเภทของงานพิมพ์ด้วย

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าเม็ดสกรีนบวมที่ขนาดเม็ดสกรีน 50 เปอร์เซ็นต์ ตาม ISO 12647-2:2004

สภาพการพิมพ์	ค่าเม็ดสกรีนบวมสำหรับความถี่สกรีน		
	52 เส้น/ซม.	60 เส้น/ซม.	70 เส้น/ซม.
การพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจต่อเนื่องสี่สี			
-แม่พิมพ์พอซิทิฟ ใช้กระดาษชนิด 1 และ 2	17	20	22
-แม่พิมพ์พอซิทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 4	22	26	-
-แม่พิมพ์เนกาทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 1 และ 2	22	26	29
-แม่พิมพ์เนกาทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 4	28	30	-
การพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไป สิ่งพิมพ์พิเศษและการพิมพ์ป้อนม้วน			
-แม่พิมพ์พอซิทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 1 และ 2	12	14(A)	16
-แม่พิมพ์พอซิทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 3	15	17(B)	19
-แม่พิมพ์พอซิทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 4 และ 5	18	20(C)	22(D)
-แม่พิมพ์เนกาทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 1 และ 2	18	20(C)	22(D)
-แม่พิมพ์เนกาทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 3	20(C)	22(D)	24
-แม่พิมพ์เนกาทิฟ ใช้กระดาษชนิดที่ 4 และ 5	22(D)	25(E)	28(F)

นอกจากนี้ มาตรฐานยังได้แบ่งระดับคุณภาพสิ่งพิมพ์เป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับ A จนถึงระดับ F โดยให้ กำหนดมาตรฐานค่าน้ำหนักสีเพิ่มขึ้นของหมึก สีไซแอน สีมาเจนตา และสีเหลืองเป็นค่าเฉลี่ยตามระดับคุณภาพ ดังเส้นกราฟในภาพ แต่ในการพิมพ์หมึกพิมพ์สีดำ จะกำหนดให้มีค่าเม็ดสกรีนบวมเท่ากัน หรือมากกว่าสีอื่นที่ระบุไว้ประมาณ 3 % เนื่องจากในการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 4 สี มักจะพิมพ์สีดำเป็น สีแรกการควบคุมน้ำหนักสีที่เพิ่มขึ้นของแผ่นปรู๊ฟ แผ่นพิมพ์ยอมรับ และแผ่นพิมพ์จริง ให้ตรงตามค่า ที่กำหนด จะทำให้การควบคุมคุณภาพทำได้ยากมาก มาตรฐาน ISO 12647-2 : 2004 จึงได้กำหนดช่วง การยอมรับของน้ำหนักสีที่เพิ่มขึ้นไว้ด้วย โดยกำหนดที่บริเวณน้ำหนักสีกลาง หรือบริเวณพื้นที่เม็ด สกรีน 40-50% และบริเวณพื้นที่เม็ดสกรีน 70-80% เนื่องจากแผ่นปรู๊ฟและแผ่นพิมพ์ยอมรับจะมีเพียง แผ่นเดียว ค่าน้ำหนักสีที่วัดได้มีเพียงค่าเดียว มาตรฐานจึงกำหนดช่วงการยอมรับเป็นช่วงการยอมรับ ความเบี่ยงเบนจากน้ำหนักสีที่เพิ่มขึ้น เช่น ค่าน้ำหนักสีเพิ่มขึ้นในความถี่สกรีน 60 เส้นต่อเซนติเมตร เมื่อพิมพ์สิ่งพิมพ์ทั่วไปบนกระดาษชนิดที่ 1 กำหนดไว้เป็น 14% แผ่นปรู๊ฟที่มี

เม็ดสกรีน 50% อยู่ระ หว่าง 61-67% จากตารางจะเห็นว่าช่วงการยอมรับของน้ำหนักสีที่เพิ่มขึ้นหรือเม็ดสกรีนบวมของแผ่น ปรู๊ฟจะต่ำกว่าแผ่นพิมพ์จริง นอกจากนี้ในมาตรฐานยังได้หมายเหตุไว้ท้ายตารางด้วยว่า ความแตกต่าง สูงสุดระหว่างแผ่นปรู๊ฟกับแผ่น OK หรือระหว่างแผ่นปรู๊ฟ กับแผ่นพิมพ์จริงที่ยอมรับได้ อาจสูงถึง 7% ได้ในกรณีที่ แผ่นปรู๊ฟมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน 3% ขณะที่แผ่นพิมพ์จริงมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน 4 %

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบค่าขอบเขตในการยอมรับของค่าน้ำหนักโทนที่เพิ่มขึ้น บนแผ่นปรู๊ฟ แผ่น OK Sheet และแผ่นพิมพ์จริง

บริเวณที่พิจารณา	แผ่นปรู๊ฟ Deviation Tolerance (%)	แผ่น OK Sheet Deviation Tolerance (%)	แผ่นพิมพ์ Deviation Tolerance (%)
40 -50 %	3	4	4
75 - 80 %	2	3	3
ระยะการกระจายตัวมากที่สุดของมิดโทน (Max. mid-tone spread)	4	5	5

-ได้มีรายงานเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าความดำพื้นตายที่สอดคล้องกับค่าสีของภาพพิมพ์ที่ระบุไว้ข้าง ต้นทั้งนี้เพื่อความสะดวกของโรงพิมพ์ที่มีเครื่องวัดความดำ (Densitometer) อยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามผู้ ปฏิบัติงานควรมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัดความดำพอสมควร

มาตรฐานการควบคุมกระบวนการสำหรับฟิล์มแยกสี ปรู๊ฟ และงานพิมพ์ระบบออฟเซตป้อนแผ่น

1.ขอบเขต มาตรฐานนี้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน ISO 12647-2 ซึ่งได้กำหนดปัจจัยและข้อมูลต่างๆ ที่นำมาใช้ในการเตรียมฟิล์มแยกสี ที่ใช้ในการพิมพ์ระบบออฟเซตหรือการผลิตงานพิมพ์สี่ สี ไม่ว่าจะเป็น ระบบ heat – set Web, Sheet – Fed และ Continuous Form หรือการปรู๊ฟปัจจัยและข้อมูลต่างๆ ในที่นี้สามารถนำมาใช้ตั้งแต่กระบวนการผลิตฟิล์มแยกสี ทำแม่พิมพ์ งานปรู๊ฟ และงานพิมพ์

2.ฟิล์มแยก

ก) คุณภาพค่าความดำ (Density) สูงสุดของฟิล์มไม่ควรน้อยกว่า 3.5 และส่วนใสไม่ควรเกิน 0.10 ซึ่งวัดด้วยเครื่องมือวัดความดำชนิดโปร่งแสง (Transmission Densitometer) ความกว้างของเม็ดสกรีนที่เบลอ (Fringe) ไม่ควรเกินระยะ 1/40 ของความกว้างจริงของเม็ดสกรีน

ข) ความละเอียดของเส้นสกรีน งานพิมพ์ 4 สี ค่าความละเอียดของสกรีน ควรอยู่ระหว่าง 45 -80 เส้น/ซ.ม. ดังนี้

- Web Offset : 45 – 60 เส้น/ซ.ม. (115 – 150 เส้น/นิ้ว)
- Continuous Form : 52 – 60 เส้น/ซ.ม. (133 – 150 เส้น/นิ้ว)
- Commercial / Speciality : 60 – 80 เส้น/ซ.ม. (150 – 200 เส้น/นิ้ว)

ค) องศาสกรีน สำหรับงานที่ไม่มีการกำหนดองศาสกรีนที่แน่นอน โดยปกติจะกำหนดเท่าใด ก็ได้ แต่โดยปกติองศาระหว่าง สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดงและสีดำจะต้องห่างกัน 30 องศา โดยสีเหลืองจะ ต่างเท่ากับ 15 องศาโดยให้องศาอยู่ที่ 45 องศา สำหรับงานที่มีการกำหนดองศา โดยปกติจะกำหนดเท่า ใดก็ได้ แต่โดยปกติองศาระหว่าง สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดงและสีดำ จะต้องต่างกัน 60 องศา โดยสีเหลือง จะต่างเท่ากับ 15 องศา โดยให้องศาหลักอยู่ที่ 45 องศา หรือ 135 องศา สำหรับการผลิตฟิล์มแยกสีสำ หรับ การพิมพ์ระบบกราเวียร์จะพยายามเลี่ยงองศาที่ 75 และ 105 องศายกเว้นสีเหลือง

ง) รูปร่างเม็ดสกรีน สามารถใช้ได้ทั้งรูปร่างวงกลม สี่เหลี่ยม และวงรี โดยเม็ดสกรีนต้องมีการ เชื่อมโยงครั้งแรกที่เม็ดสกรีนมากว่า 40% และเชื่อมต่อครั้งที่สองเมื่อเม็ดสกรีนไม่เกิน 60%

จ) ขนาดของภาพที่ยอมรับได้ สำหรับชุดฟิล์มแยกสีโดยปกติขนาดของ ภาพตามเส้นทแยงมุม จะต้องไม่ต่างกันเกิน 0.02%

ฉ) ค่าน้ำหนักสีรวม จะกำหนดเท่าไรก็ได้แต่ควรมีค่าไม่เกิน 350% สำหรับการพิมพ์ป้อนแผ่น และไม่เกิน 300% สำหรับการพิมพ์ป้อนม้วน

2.3 ระบบการจัดการสี [4]

เทคโนโลยีของยุคที่มีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในงานก่อนพิมพ์ ในกระบวนการผลิตภาพสีมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมายอุปกรณ์นำเข้าที่ช้ เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิทัล โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ประเภทต่างๆ เครื่องอิมเมจเซตเตอร์ที่จะพิมพ์ผลออกมาเป็นฟิล์ม หรือเครื่องเพลทเซตเตอร์ที่พิมพ์ผลออกมาเป็นแม่พิมพ์ การแสดงและผลิตภาพสีของ แต่ละอุปกรณ์มีข้อจำกัดมากมายที่ทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นไม่สามารถแสดงสี และผลิตภาพสีได้เหมือนกัน ระบบการจัดการสีจึงได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว

การจัดการสีในยุคแรกยังเป็นระบบปิด โดยบริษัทผู้ผลิตหลายบริษัทพัฒนาขึ้นเช่น บริษัทอ๊กฟาซึ่งมีระบบโฟโตทูน (Fototune) บริษัทโกดัก มีระบบเคซีเอ็มเอส (Kodak color management system, KCMS) เป็นต้น ระบบดังกล่าวมีการใช้งานเฉพาะ และยังไม่มีมาตรฐานให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1993 (พ.ศ. 2536) บริษัทแอปเปิ้ลคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์แมคอินทอช ได้พัฒนาโมดูลจัดการสีคัลเลอร์ซิงค์ 1.0 (ColorSync 1.0) ขึ้นซึ่งโปรแกรมการจัดการสีแบบง่ายอยู่ในระดับระบบปฏิบัติการโดยโปรไฟล์ (Profile) ของอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวน

การผลิตสี เช่น เครื่องกราดจอภาพ และเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของแต่ละอุปกรณ์แต่มีข้อจำกัดของโมดูลจัดการสีคัลเลอร์ซิงค์ ตรงที่สามารถใช้ในระบบสี RGB เท่านั้นและส่วนแปลงค่าสียังทำงานได้ช้า ทั้งยังไม่สามารถใช้งานโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้ทั่วไปในก่อนพิมพ์ จึงได้มีการพัฒนาคัลเลอร์ซิงค์รุ่นต่อ ๆ มา ให้มีความสามรถในการแปลงค่าสีให้มีความถูกต้องมากขึ้น และทำงานได้รวดเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนารูปแบบมาตรฐานของไฟล์ที่อธิบายคุณลักษณะ การผลิตสีของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการจัดการสี ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ ต่าง ๆ จัดตั้งขึ้นเป็น International color consortium (ICC) หรือที่เรียกว่า ไอซีซี และกำหนดให้มีรูป แบบมาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นมาตรฐานเดียวกัน เรียกว่าไอซีซี โปรไฟล์ จึงเป็นแรงกระตุ้นให้มีการพัฒนาระบบการจัดสีกันมากขึ้น

2.3.1 ความหมายของระบบการจัดการสี

การจัดการสี (Color management) คือ กระบวนการในการแปลงข้อมูลสีซึ่งถูกบันทึกโดยอุปกรณ์นำเข้า (Input device) ให้เป็นข้อมูลที่ขึ้นกับอุปกรณ์ส่งออก (Output device) ผลิตได้โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การทำให้สีของภาพพิมพ์ที่ได้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับต้นฉบับมากที่สุด

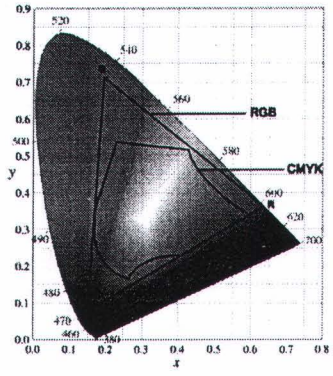
ระบบการจัดการสี คือโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการเตรียมพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ (Eletronics prepress system : EPS) หรือ Desktop publishing : DTP ซึ่งเป็นโปรแกรมการจัดการสีนี้จะรวบรวม ค่าโปรไฟล์ ของอุปกรณ์ประเภทต่างๆ ทั้งอุปกรณ์นำเข้า และส่งออก เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเรียก นำมาใช้ได้โดยตรง ในการแปลงข้อมูลนำเข้าไปสู่อุปกรณ์ส่งออก ช่วยให้ผู้ใช้บรรลุถึงเป้าหมายในการสร้างความสัมพันธ์ ที่เหมาะสมของอุปกรณ์แต่ละตัวในระบบ เพื่อให้การผลิตสีของอุปกรณ์แต่ละตัวเป็นมาตรฐานและได้ ผลของภาพหรือสีที่อุปกรณ์เหล่านั้นผลิตได้ใกล้เคียงต้นฉบับมากที่สุด

2.3.2 ความสำคัญของการจัดการสี

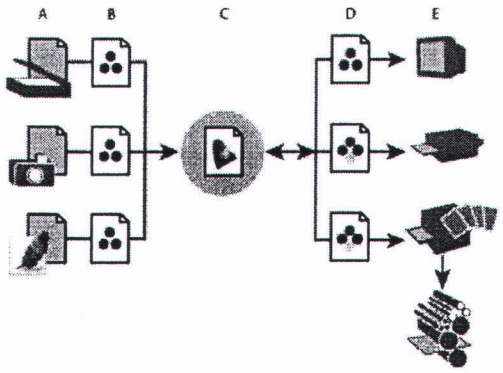
ในกระบวนการพิมพ์มีทั้งอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ส่งออก รวมทั้งจอภาพที่หลากหลายและในความความหลากหลายของอุปกรณ์เหล่านั้นจะมีความแตกต่างกันทั้งในแง่ประสิทธิภาพ คุณภาพและฟังก์ชันการทำงาน จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความยุ่งยากในการผลิตงานพิมพ์ให้ได้ตรงตามความต้องการและทำให้เกิดข้อผิดพลาดบ่อยๆ ดังนั้นในกระบวนการพิมพ์จึงจำเป็นต้อง มีอุปกรณ์ที่มาช่วยในการจัดการ ระบบสามารถหาค่าความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่กำลังใช้งานอยู่ได้แทนตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งช่วยให้ การผลิตงานพิมพ์มีความถูกต้องมากขึ้น สามารถแสดงสีและผลิตสีของงานพิมพ์ได้ใกล้เคียงกันหรือ ลดความแตกต่างของสีให้น้อยที่สุด ระบบการจัดการสีจึงมีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพในงาน ก่อนพิมพ์ดังนี้

2.3.2.1 ลดปัญหาความแตกต่างกันในการผลิตสีของอุปกรณ์

2.3.2.1.1 การผลิตสีของแต่ละอุปกณ์ใช้ระบบสีคนละประเภท การทำงานของอุปกรณ์นำเข้า เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิตอล จอคอมพิวเตอร์ จะทำงานโดยใช้ระบบสี RGB เมื่อนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็จะแสดงผลด้วยระบบสี RGB เช่นกัน คือ ใช้สารเรืองแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน แต่ในขณะที่อุปกรณ์ส่งออก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องพิมพ์ระบบดิจิตอล หรือว่าเครื่องพิมพ์จริง จะแสดงผลออกเป็นระบบ สี CMYK คือการใช้หมึกพิมพ์สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง หรือมีการใช้สีดำเพิ่มเติมซึ่งการใช้ระบบสีที่แตกต่างกันนี้ จึงส่งผลให้ขอบเขตสีที่ผลิตได้แตกต่างกันด้วย ซึ่งส่วนใหญ่ขอบเขตสีของระบบ RGB จะมีขอบเขตสีที่กว้างกว่าระบบสี CMYK ข้อมูลสีบางสีจากอุปกรณ์นำเข้าอาจจะ ไม่สามารถแสดงได้ทั้งหมดบนจอภาพ และข้อมูลสีบางสีที่แสดงบนจอภาพก็อาจไม่สามารถพิมพ์ได้ด้วยเครื่องพิมพ์ ด้วยเหตุนี้สีของภาพพิมพ์จากเครื่องพิมพ์จึงมีความแตกต่างจากสีที่มองจากจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.8 แสดงขอบเขตสีของระบบสี RGB และระบบสี CMYK



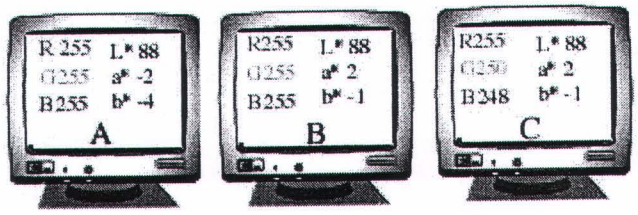
รูปที่ 2.9 ขอบเขตของอุปกรณ์ต่างๆ ในงานก่อนพิมพ์

2.3.2.1.2 การผลิตสีที่ใช้ระบบสีเดียวกันแต่ให้สีที่ไม่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าอุปกรณ์ก่อนพิมพ์จะให้ระบบสีเดียวกันแล้ว ก็ยังให้สีที่ผลิตออกมามีความแตกต่างกันได้ เช่น การใช้จอภาพต่างชนิดกันก็มี

ผลทำให้สีที่ได้แตกต่างกัน เนื่องจากจอภาพบางชนิดใช้หลอดซีอาร์ที (Cathode ray tube, CRT) บางจอภาพใช้แอลซีดี (Liquid crstal display, LCD) หรือแม้ว่าจะเป็นจอ ชนิดเดียวกัน แต่ก็ทำให้สีแตกต่างกันได้ ถ้ามีการปรับค่าในการปรับตั้งโปรแกรมควบคุม การแสดงที่ บนจอภาพ หรือเมื่อใช้งานไประยะหนึ่ง การแสดงสีของจอภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปได้

นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการใช้วัสดุพิมพ์และหมึกพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ดิจิตอลที่แตกต่างกัน จึงทำให้สีที่ได้มีความแตกต่างกันด้วย เช่น เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกใช้หมึกพิมพ์เหลว เครื่องพิมพ์เลเซอร์ใช้โทนเนอร์และยังรวมไปถึงการใช้สารให้สีในเครื่องพิมพ์อีกด้วย เช่น บางเครื่องพิมพ์ใช้หมึก พิมพ์ประ เภทผงสีบางเครื่องใช้หมึกพิมพ์ปรเภทสีย้อม และการใช้วัสดุพิมพ์ที่แตกต่างกันด้วย ปัจจัยต่างๆ เหล่า นี้ทำให้งานพิมพ์ที่ออกมาจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลและเครื่องพิมพ์จริงมีสีที่ไม่เหมือนกัน

ระบบจัดการสีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของเครื่องพิมพ์ดิจิตอล แล้วนำมาปรับขอบเขตสีบนจอภาพ หรือปรับขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ให้ใกล้เคียงกัน ทำให้งานพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลมีสีที่ใกล้เคียงกับเครื่องพิมพ์จริง



รูปที่ 2.10 แสดงค่าสีแตกต่างกันของจอภาพ

2.3.2.1.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการก่อนพิมพ์ ข้อมูลสีของภาพต้นฉบับส่วนใหญ่จะเป็นระบบสี RGB แต่เมื่อจะพิมพ์ต้องมีการเปลี่ยนแปลงระบบสี ให้เป็นระบบสี CMYK ก่อน ซึ่งการแปลงข้อมูลสีนี้ต้องแปลงในโปรแกรมต่าง ๆ เช่น การแปลงค่าสี ของภาพจากระบบสี RGB เป็นระบบสี CMYK ด้วยโปรแกรม Photoshop หรือโปรแกรมตกแต่งภาพ อื่น ๆ ข้อมูลสีที่ได้จากทั้ง 2 โปรแกรม อาจมีข้อมูลสีที่มีความแตกต่างกันได้ระบบการจัดการสีจึงช่วย ให้อุปกรณ์จากต่างผู้ผลิตสามารถใช้งานด้วยกันได้ โดยจะปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ต่างๆให้สามารถ แสดงและผลิตสีให้มีความใกล้เคียงกัน

2.3.2.2 ช่วยควบคุมคุณภาพของการแสดงสีบนจอภาพก่อนออกไปยังเครื่องพิมพ์
การผลิตงานพิมพ์ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ จะพิจารณาสีของงานพิมพ์บนจอภาพ ก่อนที่จะสั่งพิมพ์จริงหรือสั่งพิมพ์ไปยังเครื่องพิมพ์ดิจิตอลแต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ สีของงานที่แสดงบนจอภาพ มีสีแตกต่าง

จากงานพิมพ์ที่ผลิตออกมาจึงต้องการระบบจัดการสีเพื่อ ให้ผู้ปฏิบติงานสามารถเทียบสีจากจอภาพแสดงสีได้ใกล้เคียงกับสีที่พิมพ์ ช่วยให้สามารถใช้จอภาพในการแสดงสีของงานพิมพ์จริงและปรับแก้ไขสีให้ถูกต้องตามต้องการได้บนจอภาพ

2.3.2.3 ช่วยควบคุมคุณภาพงานพิมพ์

การควบคุมคุณภาพการผลิตงานพิมพ์ โดยใช้ระบบการจัดการสีเข้ามาช่วย จะทำให้สามารถทราบลักษณะของภาพสีที่จะได้จากเครื่องพิมพ์จริงล่วงหน้า ก่อนจากเครื่องพิมพ์ดิจิตอลซึ่งแผ่นปรู๊ฟนี้จะจำลองภาพสีที่มีความใกล้เคียงกับงานพิมพ์จริง ซึ่งเราสามารถนำแผ่นปรู๊ฟนี้มาเป็นตัวช่วย ควบคุมคุณภาพสีของงานพิมพ์ในขั้นตอนการพิมพ์ได้

2.3.3 การถ่ายโอนข้อมูลสี (Color transformation)

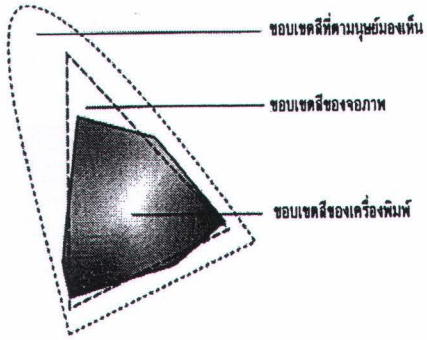
ปัจจุบันนี้ระบบดิจิตอลเข้ามามีบทบาทในงานด้านต่าง ๆ มากเช่น งานกราฟฟิคอาร์ต งานธุร กิจเป็นต้น การถ่ายโอนข้อมูลสีของแต่ละอุปกรณ์มีผลต่อคุณภาพของภาพมาก จึงต้องมีการหาวิธีถ่าย โอนข้อมูลสีที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถรักษาคุณภาพของดิจิตอลไว้

2.3.3.1 ขอบเขตสี (Color gamut)

ขอบเขตสี หมายถึง ความสามารถของแม่สีที่จะผลิตสีได้จำนวนมาก (Color rendering) และมีความบริสุทธิ์ (Purity) สูงสุด ทั้งนี้ต้องสัมพันธ์กับความไวของเซลล์รับแสงในตามนุษย์ด้วย

การที่อุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวทำงานในระบบสีแตกต่างกัน มีผลให้ขอบเขตสีที่ผลิตได้แตกต่างกันด้วย เช่น เครื่องกราดภาพหรือจอภาพคอมพิวเตอร์ใช้ระบบสี RGB ในการผลิตภาพสีส่วนใหญ่มักจะให้ขอบเขตสีกว้างกว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้ในระบบ CMYK ข้อมูลสีบางสีที่นำเข้าด้วยเครื่องกราดภาพอาจไม่สามารถแสดงได้ทั้งหมดบนจอภาพ และข้อมูลสีบางสีที่แสดงบนจอภาพก็ไม่สามารถพิมพ์ได้ด้วยเครื่องพิมพ์ ด้วยเหตุนี้สีของภาพพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ ที่มีความแตกต่างจากสีที่มองเห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และข้อมูลสีนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

ข้อมูลสีนำเข้าของจอภาพที่ได้จากการกราดภาพต้นฉบับมักเป็นข้อมูลสีในระบบสี RGB แต่เมื่อ จะพิมพ์ก็ต้องมีการแปลงข้อมูลสีให้เป็นข้อมูลสีในระบบสี CMYK ซึ่งใช้ในเครื่องพิมพ์ นอกจากนี้ข้อมูลสีนำเข้าอาจเป็นข้อมูลพิเศษที่มักกำหนดในโปรแกรมสร้าง และตกแต่งจากข้อมูลสีที่นำเข้าได้



รูปที่ 2.11 เปรียบเทียบขอบเขตสีของจอภาพกับเครื่องพิมพ์ออฟเซต

ระบบการจัดการสี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการพิมพ์ที่ต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตสี โดยระบบการจัดการสีจะมีกระบวนการปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เท่ากันดังจะกล่าวถึงต่อไปเพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถแสดงสีหรือผลิตสีได้เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันผู้ใช้จะสามารถใช้จอ ภาพในการแสดงสีของภาพพิมพ์ และแก้ไขสีที่ถูกต้องตามต้องการได้บนจอภาพ

การใช้ระบบการจัดการสีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของเครื่องพิมพ์แล้วนำมาปรับขอบเขตสีบนจอภาพ เพื่อให้จอภาพแสดงสีได้เหมือนกับแผ่นพิมพ์ หรือปรับขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ 2 เครื่องพิมพ์ให้เหมือนหรือใกล้เคียงกันได้ ทำให้การผลิตสีของเครื่องพิมพ์ให้พิมพ์สีได้เหมือนกับแผ่น พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบเดิมได้ จึงสามารถใช้เครื่องพิมพ์ในการทำปรู๊ฟสีได้ การควบคุมคุณภาพสีใน การพิมพ์ก็เป็นไปได้มากขึ้น

โดยสรุป การควบคุมคุณภาพของสีในการพิมพ์ที่มีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นความต้องการให้การผลิตภาพสีมีความถูกต้องตั้งแต่ เครื่องกราดภาพจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ที่ต่อพ่วงให้สามารถแสดงภาพสี หรือผลิตภาพสีได้เหมือนกัน หรือลดความแตกต่างที่เกิดขึ้นให้มีน้อยที่สุดระบบจัดการสีในระบบเปิดจึงได้รับการพิจารณาขึ้นเพื่อใช้มาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลสีที่เหมือนกัน

2.3.3.2 PCS (Profile conection space)

ระบบสีที่เชื่อมโยงคุณลักษณะการผลิตสีของอุปกรณ์เป็นการทำงาน โดยการแปลงข้อมูลสีให้อยู่ในระบบสีอ้างอิงในมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้แต่ละอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตภาพสีมีการแปลงข้อมูล สีของอุปกรณ์ให้เป็นข้อมูลสีในระบบสีมาตรฐานเพียงครั้งเดียว เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนข้อ มูลสีจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง ซึ่งระบบสีที่ใช้ในที่นี้เป็นระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ (Indepen dent color) คือค่าสีในระบบซีไออี เช่น CIE XYZ และ CIE L*a*b* การแปลงค่าสีที่อิงอุปกรณ์ (Dependent color) จากระบบสีที่อุปกรณ์ใช้ผลิตค่าสีที่ไม่อิงอุปกรณ์จะทำให้การใช้อุปกรณ์

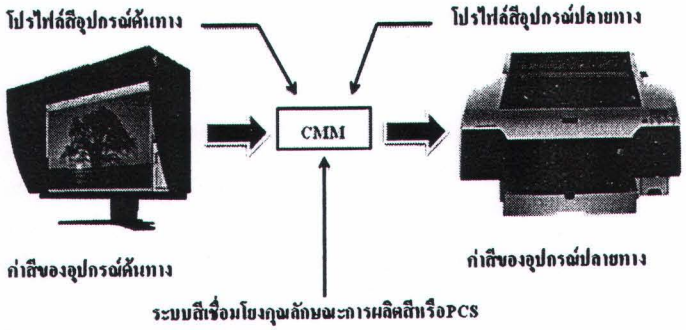
ต่าง ๆ ที่ใช้ระบบสีต่างกัน หรือมาจากนต่างผู้ผลิตมาต่อพ่วงกันไปได้ง่าย และทำให้การแปลงค่าสีระหว่าง อุปกรณ์ ที่ใช้ในระบบจัดพิมพ์ดิจิตอลมีน้อยลง

2.3.3.3 Profile

เป็น Look up table ที่ประกอบด้วยค่าสี RGB หรือ CMYK ของสีชุดหนึ่งกับค่าสีใน PCS (L*a*b* หรือ XYZ) ที่สีชุดนั้นถูกผลิต/ แสดงผ่านอุปกรณ์ input หรือ output นั้นๆ โดย Profile ไม่ได้เป็นตัวดำเนินการแปลงค่าสีจาก RGB ไป L*a*b* หรือเปลี่ยนแปลงการทำงานของอุปกรณ์ใดๆ ด้วยตัวมันเอง แต่เป็นตัวแสดงว่าสี RGB หนึ่งจากอุปกรณ์ตัวนี้ แสดงออกมาเป็นค่า L*a*b* ค่าใด

2.3.3.4 CMM (Color management module)

โมดูลจัดการสี เป็นกลไกการแปลงข้อมูลสีระหว่างอุปกรณ์ต้นทางกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยใช้การเชื่อมโยงคุณลักษณะการผลิตสีของอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบสีมาตรฐาน หรือพีซีเอชและมีการเทียบข้อมูล สีของอุปกรณ์ในกรณีที่อุปกรณ์ต้นทางและอุปกรณ์ปลายทาง มีขอบเขตการผลิตสีที่ไม่เท่ากัน จึงต้อง การปรับขอบเขตสี (Gamut mapping) ของสองอุปกรณ์ให้แสดงสีได้ใกล้เคียงกันมากที่สุด



รูปที่ 2.12 การทำงานและระบบจัดการสีที่แปลงข้อมูลสีระหว่างอุปกรณ์ต้นทางกับอุปกรณ์ปลายทาง

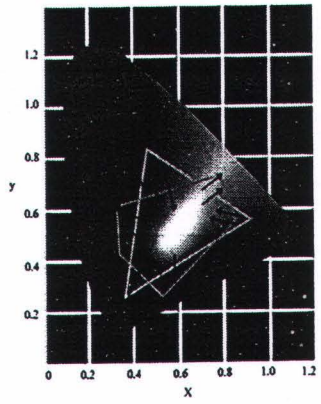
ในการทำงานของระบบจัดการสี เพื่อควบคุมคุณภาพงานก่อนพิมพ์ ค่าสีของอุปกรณ์นำเข้าที่ส่งไปยังอุปกรณ์พิมพ์ผลออกจะมีการแปลงค่าสีที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ผลิตได้ไปเป็นข้อมูลสีที่มีอยู่ในระบบมีมาตรฐาน ที่เป็นระบบสีที่ไม่อิงอุปกรณ์ ซึ่งข้อมูลนี้จะแสดงถึงคุณลักษณะการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งไอซีซีได้นิยามว่า โปรไฟล์สี (Color profile) โมดูลจัดการสีจะแปลงค่าโปรไฟล์สีของอุปกรณ์นำเข้าเป็น ค่าสีในปริภูมิสีที่ใช้ทำงาน (Working color space) ในโปรแกรมตกแต่งภาพ และต้องการแสดงข้อมูล สีบนจอภาพให้เห็นทันที ต้องมีการแปลงค่าสีในระบบสีที่ใช้ในจอภาพ ในการแปลงค่าสีนี้

ต้องการโปร ไฟล์สีของจอภาพ และโปรไฟล์สีของงานพิมพ์สุดท้าย เพื่อให้จอภาพแสดงสีได้ใกล้เคียงกับงานพิมพ์ จริงจนกว่าจะส่งออกไปยังอุปกรณ์พิมพ์ผลออก

ระบบสีที่ใช้ในอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ หรือสภาพการผลิตสีแต่ลุปกรณ์ไม่เหมือนกัน ทำให้ขอบเขตการ ผลิตสีไม่เท่ากัน การส่งผ่านค่าสีจากอุปกรณ์หนึ่งเพื่อแสดงผลยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง จึงต้องมีการปรับ ขอบเขตสี โดยการใช้โปรไฟล์สีของอุปกรณ์นั้น เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งสองสามารถผลิตสีให้มีความใกล้ เคียงตัวอย่างเช่น เมื่อจะพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ใด ค่าสีที่เครื่องพิมพ์สามารถ พิมพ์ได้จะถูกนำมาแปลง เป็นค่าสีในระบบสี CIE ซึ่งได้เป็นโปรฟล์สีของเครื่องพิมพ์นั้น และใช้โปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์เทียบ กับโปรไฟล์สีของจอภาพมาปรับขอบเขตสี เพื่อให้จอภาพแสดงสีได้ใกล้เคียงกับงาน พิมพ์จากเครื่อง พิมพ์นั้น การใช้ค่าสีในระบบที่ไม่อิงอุปกรณ์เป็นตัวกลางในการปรับขอบเขตสีนี้เพื่อ ให้ค่าสีที่สร้างไว้ เมื่อนำไปใช้แสดงออกในอุปกรณ์ใดแล้วจะเห็นเป็นสีเดียวกัน แตกต่างจากค่าสี ในระบบอิงอุปกรณ์ แสดงผลต่างกันจะเห็นสีต่างกันได้

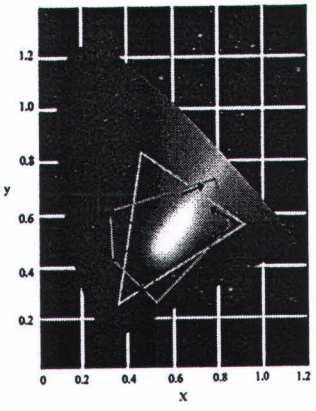
2.3.3.5 Rendering intent เป็นกลไกที่ใช้ในการบอกว่า การจับคู่เชื่อมต่อกันเพื่อชดเชยให้ค่า ขอบเขตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ ในขอบเขตเดียวกันของกลไก CMM นั้นจะทำอย่างไร โดยกลไก Rendering inient นี้มีอยู่ 4 ลักษณะ คือ

2.3.3.5.1 Perceptaul rendering เป็นการบีบอัดค่าขอบเขตสีทั้งหมดของอุปกรณ์หนึ่งหรือมากว่าที่มีขอบเขตสีกว้าง เช่น ขอบเขตสีของอุปกรณ์นำเข้า เช่น สแกนเนอร์ให้มีค่าขอบเขตเท่ากับขอบเขตสี ที่มีบริเวณน้อยกว่า เช่น ขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์โดยการบีบอัดนี้จะบีบอัดทั่วทั้งบริเวณของขอบเขตสีทำให้ค่าสีของขอบเขตสีนั้นเกิดการเลื่อนเข้าหรือเปลี่ยนแปลงไปทั้งหมด เหมาะสำหรับภาพที่มีสีนอกเหนือจาก Gamut ที่ผลิตได้มาก ๆ เช่น ภาพถ่ายต่าง ๆ



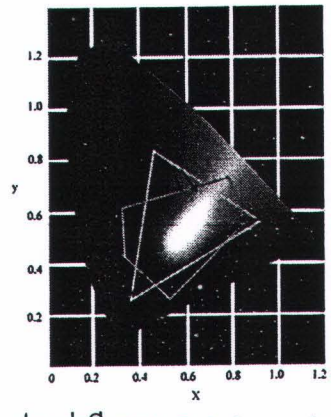
รูปที่ 2.13 แสดงการแปลงค่าสีแบบ Perceptaul rendering

2.3.3.5.2 Saturation rendering เป็นการจัดค่าขอบเขตสีที่ทำให้การผลิตภาพที่ได้มีความสดมากโดยขณะบีบอัดจากบริเวณขอบเขตสีกว้างไปสู่บริเวณค่าขอบเขตสีแคบ กว่านั้น กลไกนี้จะยังเก็บรักษาข้อมูลของแท้มีความอิ่มตัวสูงเอาไว้ การบีบอัดแบบนี้ถูก ออกแบบมาให้ใช้ได้กับงานกราฟิกดีไซน์ซึ่งเป็นงานที่ความถูกต้องของสีตรงกับต้นฉบับ ที่สุดสำคัญน้อยกว่าความอิ่มตัวของสีสูงเหมาะสำหรับภาพกราฟิก (Graphic) หรือภาพที่ต้องการให้มีสีสดมาก ๆ แต่ไม่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับภาพที่ต้อง การให้คงความเหมือนต้นฉบับหรือเหมือนกับความเป็นจริง



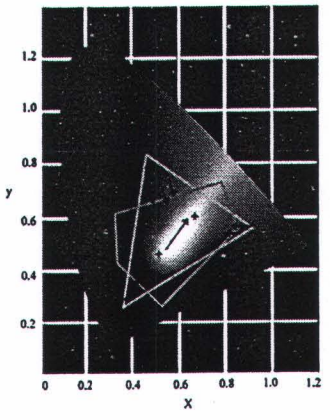
รูปที่ 2.14 แสดงการแปลงค่าสีแบบ Saturation rendering

2.3.3.5.3 Relative colorimetric เป็นวิธีที่อาศัยหลักความจริงว่า "ตามนุษย์นั้นปรับการมองเห็นสีไปสู่สีขาวของสภาพแวดล้อมเสมอ" ดังนั้นวิธีการนี้จึง Map (การกำหนดจุดสีลงใน Gamut หรือ Color space) ค่าสีขาวเดิมลงในค่าสีขาวของสภาพแวดล้อมใหม่ เช่น ในกรณีการแปลงค่าสีจากจอมอนิเตอร์สู่ค่าสีของ Printer สีขาวของสภาพแวดล้อมใหม่จึงเป็นสีขาวของกระดาษที่ใช้พิมพ์ส่วนสีอื่นๆ ในภาพจะถูกคงค่าเดิมไว้และสีที่อยู่นอก Gamut ก็จะถูกแปลงเข้ามาอยู่ใน Gamut ใหม่โดยยึดเอาจุดที่มีค่า Hue ใกล้เคียงกับสีเดิมมากที่สุดเหมาะกับภาพที่ต้องการคงการมองเห็นสี (Color appearance) ของ ภาพให้เหมือนเดิมมากที่สุด



รูปที่ 2.15 แสดงการแปลงค่าสีแบบ Relative colorimetric rendering

2.3.3.5.4 Absolute colorimetric rendering เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Match intent เป็นวิธีแปลงสีที่รักษาค่าสีของสีที่อยู่ใน Gamut ค่าเดิมไว้ทุกประการ ไม่เปลี่ยนแปลงและแปลงสีที่อยู่นอก Gamut ให้มีค่าสีที่ใกล้เคียงสีเดิมมากที่สุดสีขาวในภาพก็ใช้ค่าเดิมไม่เปลี่ยนตามสีขาวของกระดาษหรือ Output เหมาะกับการจำลองสีทั้งหมดออกมาโดยไม่คำนึงถึงสีบางสีที่อยู่นอก Gamut ซึ่งอาจถูกแปลงไปมากจนเสียรายละเอียดของภาพใช้กับงานที่ต้องการดูสีที่แท้จริงของ Input บน Output เช่น เมื่อต้องการเทียบสี ที่เห็นบน จอมอนิเตอร์กับสีบนกระดาษที่พิมพ์ออกมาให้ได้เหมือนกันมากที่สุด

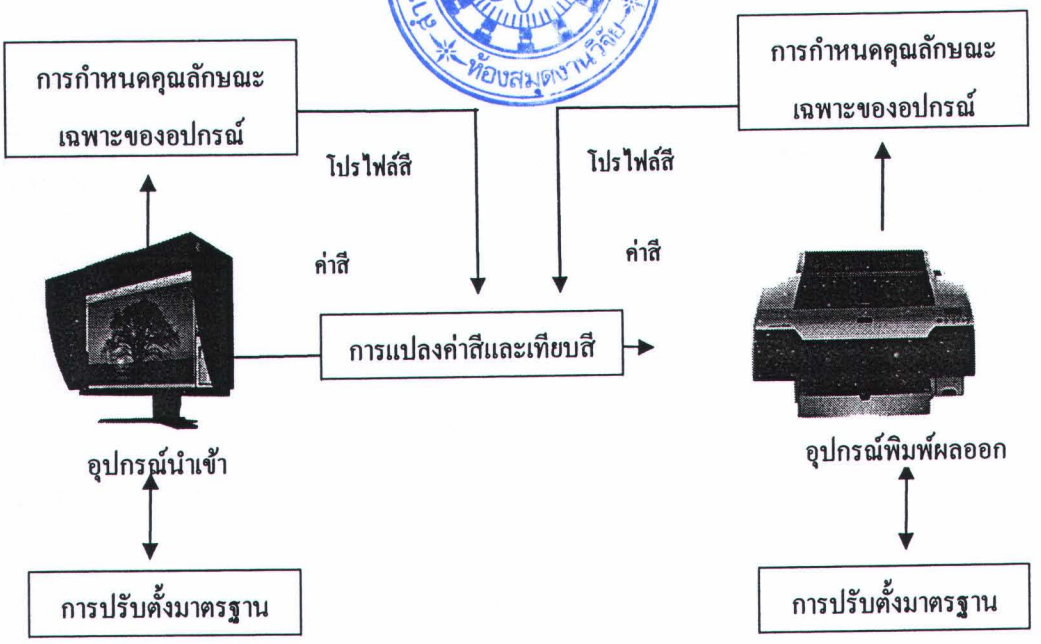


รูปที่ 2.16 แสดงการแปลงค่าสีแบบ Absolute colorimetric rendering

2.3.4 กระบวนการจัดการสี

การใช้งานระบบการจัดการสี เพื่อควบคุมคุณภาพให้ได้ผลที่ดีและมีความแน่นอนจะมีกระบวนการในการจัดการสีประกอบด้วยการปรับตั้งมาตรฐานอุปกรณ์ (Device calibration) การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ (Devic characterization) และการแปลงค่าสีและเทียบสีระหว่างอุปกรณ์ (Color matching)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 2.17 แสดงกระบวนการจัดการสี

2.3.4.1 การปรับตั้งมาตรฐานอุปกรณ์ เป็นการปรับการทำงานของอุปกรณ์ให้อยู่ในสถานะที่ควบคุมได้ ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของอุปกรณ์ เช่น สภาพแวดล้อมวัสดุที่ใช้จะต้องได้รับการควบคุม ให้อยู่สภาพปกติถูกต้อง เพื่อให้การใช้งานระบบการจัดการสีสามารถ ควบคุมคุณภาพการผลิต สีได้ถูกต้อง การปรับตั้งมาตรฐาน อุปกรณ์เป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการควบคมคุณภาพงานก่อนพิมพ์ ด้วยระบบการจัดการสีเนื่องจากเป็นการทำให้แน่ใจได้ว่าอุปกรณ์ทำงานอย่างปกติและถูกต้องเป็นบรรทัดฐานการผลิตสีของอุปกรณ์คงที่สม่ำเสมอ เมื่อใช้อุปกรณ์ไประยะหนึ่งอาจทำให้ความสามารถใน การผลิตสีเปลี่ยนไปดังนั้นจึงควรปรับตั้งมาตรฐานอุปกรณ์เป็นระยะ หรือทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อปรับให้อุปกรณ์ทำงานได้มาตรฐานเหมือนสภาพปกติ เช่น จอภาพ อาจแสดงสีผิดเพี้ยนไปเนื่องจากการใช้งานไปนาน ๆ จึงควรปรับตั้งมาตรฐานจอภาพเป็นระยะ ๆ ให้ สามารถแสดง สีได้ใกล้เคียงกับ สภาพปกติ เป็นต้น

2.3.4.2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ระบบการจัดการสี จะสามารถทำงานได้จะต้องทราบคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบการจัดการสีโปรไฟล์สีจะกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีที่แตกต่างจากค่าสีมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งค่าสีมาตรฐานอ้างอิงนี้เป็นค่าสี ของแถบสีมาตรฐาน และขึ้นกับระบบการจัดการสีที่ใช้ในสภาพที่มีการใช้ระบบการจัดการสีอย่างสมบูรณ์ภาพสีต้นฉบับที่กราดเข้าระบบคอมพิวเตอร์ภาพสีที่แสดงบนจอภาพ และภาพพิมพ์สีออกมาจากเครื่องพิมพ์ จะต้องมีสีใกล้เคียงกันการกำหนดคุณลักษณะในการผลิตสีของอุปกรณ์หรือ

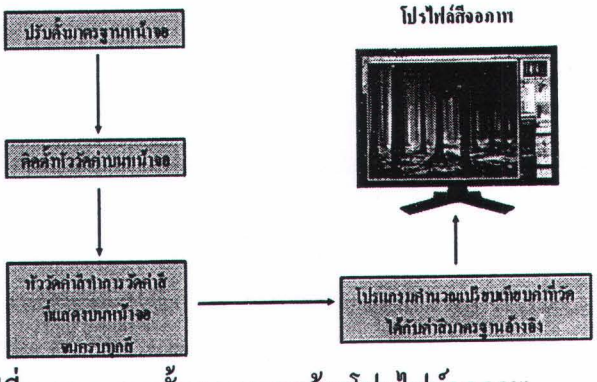
การสร้างโปรไฟล์ของอุปกรณ์จะต้องใช้เครื่องวัดสี และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์วัดค่าสีที่แต่ละอุปกรณ์ผลิตได้ ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของโปรไฟล์ไอซีซี

2.3.4.3 การแปลงค่าสีและการเทียบค่าสีระหว่างอุปกรณ์ เป็นการแปลงข้อมูลสีระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตสีในงานก่อนพิมพ์ แม้จะได้มีการปรับตั้งมาตรฐานอุปกรณ์แล้วก็ยังไม่สามารถแสดงสีหรือผลิตสีของขอบเขตสีที่เท่ากันได้ และระบบการจัดการสีก็ไม่สามารถทำให้อุปกรณ์ใด ๆ แสดงสีหรือผลิตสีที่นอกเหนือจากขอบเขตสีของอุปกรณ์นั้นผลิตได้ จึงต้องการเทียบสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้แปลงข้อมูลสีระหว่างกัน โดยนำเอาคุณลักษณะเฉพาะการผลิตสี ของอุปกรณ์ที่ต้องการแปลงข้อมูลสีมาใช้ในการปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ที่มีขอบเขตสีที่ผลิตได้มากกว่า เพื่อปรับการแสดงสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ออกมาใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการผลิตสามารถ ผลิตสีได้ใกล้เคียง กันมากที่สุด ซึ่งมักจะใช้โปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์จริงเป็นหลักและปรับขอบเขตสีของอุปกรณ์ อื่นๆ เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ปรู๊ฟลดลงมาให้ใกล้เคียงกับการผลิตสีของเครื่องพิมพ์จริง จะช่วยทำให ้ เราสามารถจำลองสีภาพพิมพ์สีที่จะออกมาได้บนจอภาพ หรือบนแผ่นปรู๊ฟที่ได้จากเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟ ดังนั้นการเทียบสีระหว่างอุปกรณ์ที่มีการแปลงข้อมูลสีจะเป็นการปรับขอบเขตสีให้อยู่ภายในขอบเขตสีที่อุปกรณ์ทั้งสองอุปกรณ์ผลิตได้ใกล้เคียงกัน

2.3.5 การสร้างโปรไฟล์สี

การสร้างโปรไฟล์สี เป็นการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไม่ว่าจะเป็น อุปกรณ์นำเข้าข้อมูลสี อุปกรณ์แสดงสี และเครื่องพิมพ์ดิจิตอล ซึ่งมีคุณลักษณะเฉพาะในการผลิตสีแตกต่างกัน ตามสภาพการทำงานของแต่ละอุปกรณ์การทำงานของระบบการจัดการสีจำเป็นต้องทราบโปรไฟล์สีของทุกอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อนำมาแปลงค่าและเทียบสี ให้แต่ละอุปกรณ์แสดงสีได้เหมือนกัน

2.3.5.1 การสร้างโปรไฟล์จอภาพ



รูปที่ 2.18 แสดงขั้นตอนการสร้างโปรไฟล์จอภาพ

การสร้างโปรไฟล์ของจอภาพต้องมีการปรับตั้งมาตรฐานของจอภาพเสียก่อน การปรับเปลี่ยนปัจจัยการแสดงสีของจอภาพ เช่น ความสว่าง และความเปรียบต่างจะมีผลต่อความถูกต้องของสีที่ได้แม้ จะใช้โปรไฟล์จอภาพเดิม ดังนั้น เมื่อทำการปรับตั้งมาตรฐานจอภาพแล้วไม่ควรปรับปุ่มความสว่างและความเปรียบต่างจุดขาว ค่าแกมมาของจอภาพอีก นอกจากนี้ความสว่างของห้องทำงานอุณหภูมิของแสง ฉากหลังบริเวณจอภาพ สารเรืองแสงที่ใช้ในการแสดงสี และอายุการใช้งานของจอภาพล้วนแต่มีผลต่อการมองเห็นสีทั้งสิ้น ห้องทำงานเกี่ยวกับการจัดการสีควรจัดสภาพการมองเห็นสี ให้มีมาตรฐานเพื่อความถูกต้องของสีที่เห็นบนจอภาพ

เมื่อสภาพห้องทำงานและจอภาพเป็นมาตรฐานก็สามารถสร้างโปรไฟล์จอภาพได้โดยในโปรแกรมสร้าง โปรไฟล์จะมีคำสั่งควบคุมจอภาพให้แสดงสีต่าง ๆ แล้วใช้เครื่องวัดสีหรือสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ทำการ วัดค่าสีของจอภาพ และหลังจากการวัดค่าสีได้แล้วโปรแกรมจะสร้างโปรไฟล์ของจอภาพและจัดเก็บ บันทึกในระบบจัดการสี

ขั้นตอนของการสร้างโปรไฟล์สีของจอภาพ มีดังนี้

1.ทำการปรับตั้งมาตรฐานของจอภาพก่อนเพื่อให้ได้จอภาพมาตรฐาน หลังการปรับตั้งไม่ควรปรับเปลี่ยนคำสั่งใดๆ อีก

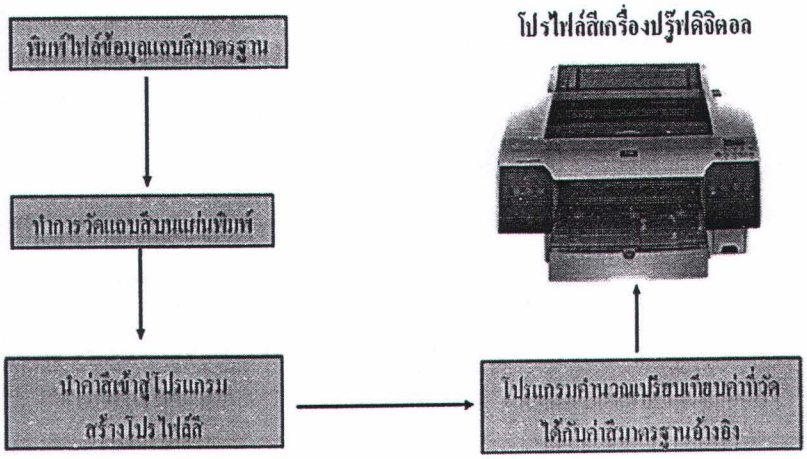
2.ทำการติดตั้งหัววัดของเครื่องวัดหรือเครื่องสเปกโตรโตมิเตอร์ไว้ที่หน้าจอ ถ้าเป็นจอภาพที่ใช้หลอดแคโทดต้องใช้เวลาในการอุ่นเครื่อง โดยการเปิดเครื่องไว้ก่อนติดตั้งหัววัดประมาณ 30 นาที เพื่อให้หลอดภาพยิงอิเล็กทรอนไปยังสารฟอสฟอร์ให้แสดงสีได้คงที่ก่อนการวัด ถ้าเป็นจอภาพแบบแอลซีดีซึ่งสามารถแสดงสีได้คงที่แน่นอนกว่า จึงติดตั้งหัววัดเพื่อทำการวัดได้ทันที

3.โปรแกรมสร้างโปรไฟล์จะมีคำสั่งควบคุมให้จอภาพแสดงสีต่าง ๆ ทีละสีอย่างต่อเนื่องหัววัดของเครื่องวัดสี หรือเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์จะทำการวัดค่าสีของ แต่ละสีที่แสดงบนหน้าจอจน ครบทุกสี

4.โปรแกรมสร้างโปรไฟล์สีจะคำนวณเปรียบเทียบค่าสีที่วัดได้กับค่าสีมาตรฐานอ้างอิงเพื่อสร้าง เป็นโปรไฟล์สีของจอภาพนั้น และจัดเก็บในโฟลเดอร์ของระบบการจัดการสี

2.3.5.2 การสร้างโปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก

ในโปรแกรมสร้างโปรไฟล์จะมีไฟล์ข้อมูลแถบสีมาตรฐานสำหรับพิมพ์มาให้ผู้ใช้งานเพียงสั่งพิมพ์ไฟล์ ข้อมูลนี้ด้วยโปรแกรมที่ต้องการ เช่น โปรแกรม Photoshop เมื่อได้ภาพพิมพ์มาแล้วก็วัดแถบสีต่างๆ ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แล้วนำค่าสีเข้าสู่โปรแกรมโปรแกรมจะสร้างโปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์ เก็บไว้ในโฟลเดอร์ของระบบการจัดการสี



รูปที่ 2.19 แสดงขั้นตอนการสร้างโปรไฟล์เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก

การสร้างโปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. พิมพ์ไฟล์ข้อมูลแถบสีมาตรฐานออกมาเป็นแผ่นพิมพ์แถบสี ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟดิจิตอลที่ต่อพ่วงอยู่ ก็สามารถใช้คำสั่งพิมพ์ในโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ เช่น โปรแกรม Photoshop ให้เครื่องพิมพ์พิมพ์เป็นแผ่นแถบสีได้โดยตรง

2. เมื่อได้ภาพพิมพ์มาแล้ว ทำการวัดแถบสีต่างๆ บนแผ่นพิมพ์ที่ได้ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโต- มิเตอร์ และนำค่าเข้าสู่โปรแกรมสร้างโปรไฟล์สี

3. โปรแกรมสร้างโปรไฟล์สีจะคำนวณเปรียบเทียบค่าสีที่พิมพ์ได้กับค่าสีมาตรฐานอ้างอิงของแถบสีมาตรฐาน แล้วสร้างเป็นโปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์นั้น เก็บไว้ในโฟลเดอร์ของระบบการจัดการสี

หากเครื่องพิมพ์ที่ใช้สามารถพิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ที่แตกต่างกันได้ ตัวอย่างเช่น กระดาษเคลือบผิวมัน กระดาษเคลือบผิวด้าน กระดาษไม่เคลือบผิว เป็นต้น สีที่ปรากฏบนกระดาษต่างชนิดกันล้วนมีผลต่อสีที่มองเห็นด้วย ดังนั้น การสร้างโปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีโปรไฟล์สีสำหรับพิมพ์บนวัสดุพิมพ์แต่ละชนิดด้วย และระบุในชื่อโปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ด้วย เมื่อนำมาใช้งานจะได้ เลือกใช้ โปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์ถูกต้องกับชนิดของวัสดุพิมพ์ที่ใช้การจัดการสีก็จะมีความถูกต้อง มากยิ่งขึ้น

ระบบการจัดการสีอาจจะไม่มีโปรแกรมสร้างโปรไฟล์ให้ผู้ใช้สร้างโปรไฟล์สีได้เอง แต่มักจะมีโปรไฟล์สี ตามมาตรฐานของไอซีซีของเครื่องพิมพ์ที่จำหน่ายอยู่ทั่วไป ซึ่งสร้างสำเร็จมาจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ นั้น ๆ ซึ่งอุปกรณ์จะมาพร้อมกับระบบการจัดการสีหรือโปรไฟล์สีที่พิมพ์ตามข้อกำหนดเป็นมาตรฐาน สากลการใช้โปรไฟล์สีที่สร้างสำเร็จมาแล้วนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงอยู่เสมอว่าโปรไฟล์สีเหล่านั้นเป็น โปรไฟล์ของอุปกรณ์ที่ปรับตั้งมาตรฐานตามสภาพของโรงงานผู้ผลิต หรือมีการพิมพ์

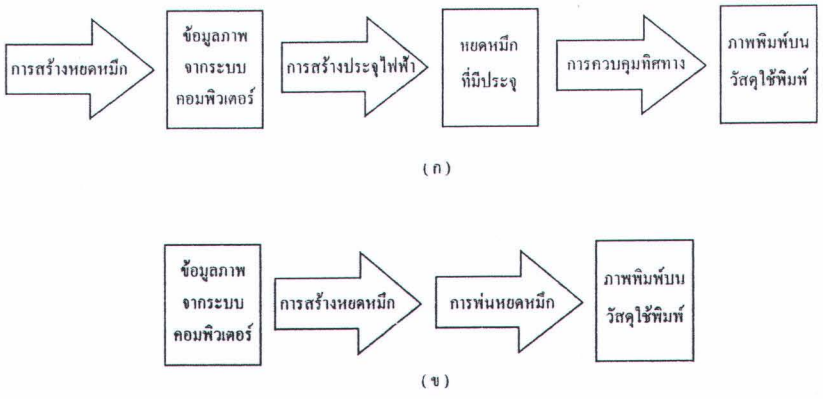
ตามข้อกำหนดใน มาตรฐานสากล เมื่อนำมาใช้กับงานที่ทำอยู่อุปกรณ์เหล่านั้นอาจจะมีการปรับตั้งตามสภาพการทำงาน จริงที่แตกต่างกันไป จึงอาจต้องการปรับตั้งมาตรฐานใหม่

2.4 การพิมพ์ระบบพ่นหมึก [5]

การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจัดเป็นระบบการพิมพ์ไร้แรงกดอย่างแท้จริง โดยการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์เป็นลักษณะของจุดภาพ เกิดจากหยดหมึกที่พ่นจากหัวพิมพ์ตรงไปยังวัสดุใช้พิมพ์ซึ่งไม่มีการสัมผัสกันระหว่างหัวพิมพ์กับวัสดุใช้พิมพ์ ลอร์ดเรย์ลี (Lord Rayleigh) นับเป็นคนแรกที่อธิบายหลักการสร้างภาพของการพิมพ์ระบบพ่นหมึก โดยใช้กลไกการแตกสลายหมึกเหลวเป็นหมึกหยดขนาดเล็กๆ ในปี พ.ศ. 2422 (ค.ศ. 1879) นับจากนั้นมาได้มีการพัฒนาการพิมพ์ระบบพ่นหมึกในด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

2.4.1 หลักการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

การพิมพ์ระบบพ่นหมึก เป็นวิธีพิมพ์ที่ใช้การพ่นหยดหมึกเหลวออกจากท่อพ่นหมึก แล้วไปสร้างภาพโดยตรงบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยไม่ต้องมีตัวกลางในการถ่ายโอนภาพเพียงแต่การพิมพ์ระบบพ่นหมึกจะต้องมีระบบควบคุมหยดหมึกที่สร้างขึ้นให้ไปพิมพ์เฉพาะบริเวณภาพที่ต้องการเท่านั้น และทำให้ส่วนที่ไม่ใช่ภาพไม่มีหยดหมึกไปเกาะติดบนวัสดุใช้พิมพ์ โดยอาจจะทำการหยุดหยดหมึกก่อนที่มาถึงวัสดุใช้พิมพ์ หรือไม่มีการสร้างหยดหมึกออกมาจากท่อพ่นหมึกแต่แรก วิธีการพิมพ์แบบพ่นหมึกลักษณะนี้หัวพิมพ์ไม่ได้สัมผัสกับวัสดุใช้พิมพ์ และไม่ต้องใช้แรงกดพิมพ์ในการทำให้หมึกยึดติดบนวัสดุใช้พิมพ์จึงเป็นการพิมพ์ไร้แรงกดโดยแท้จริง นอกจากนี้ยังไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุใช้พิมพ์ที่มีผิวราบในการถ่ายโอนภาพและยังทำให้สามารถพิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ในรูปทรงต่างๆ ได้หลากหลายมากขึ้น หลักการ พื้นฐานที่ต้องการสำหรับสร้างภาพในการพิมพ์ระบบพ่นหมึกดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 หลักการพิมพ์ในระบบพ่นหมึก (ก) การพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง (ข) การพ่นหมึกแบบเฉพาะจุดที่ต้องการ

2.4.1.1 การสร้างหยดหมึกออกจากท่อพ่นหมึก

การสร้างหยดหมึกออกจากท่อพ่นหมึก เป็นหลักการสำคัญและจำเป็นสำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึก ได้มีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ขึ้นเพื่อสร้างและพ่นหยดหมึกออกมาจากส่วนปลายท่อพ่นหมึก เช่น การใช้พลังงานเสียง การใช้ความร้อน การยืด และการหดของวัสดุไพโซอิเล็กทริกเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วย กระแสไฟฟ้า เป็นต้น และการสร้างหยดหมึกให้พ่นออกจากท่อพ่นหมึก อาจจะเป็นการพ่นแบบต่อ เนื่อง หรือพ่นแบบเฉพาะจุดที่ต้องการก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเครื่องพิมพ์และวัตถุประสงค์ ของการใช้งาน

2.4.1.2 การควบคุมหมึกเพื่อสร้างเป็นภาพบนวัสดุใช้พิมพ์

การควบคุมหยดเพื่อสร้างเป็นภาพบนวัสดุใช้พิมพ์ เป็นหลักการสำหรับการพ่นหยดหมึกให้สร้างเป็นภาพ มี 2 วิธีตามประเภทของการพิมพ์พ่นหมึก คือ

2.4.1.2.1 การพิมพ์พ่นหมึกแบบต่อเนื่องหยดหมึกที่ออกจากท่อพ่นหมึกแบบต่อเนื่อง จำเป็นต้องมีระบบควบคุมหยดหมึกที่พ่นออกมาจากท่อพ่นหมึก ให้สร้างเป็นภาพบนวัสดุใช้พิมพ์เฉพาะบริเวณภาพเท่านั้นข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจากระบบคอมพิวเตอร์ จะควบคุมกลไกการสร้างประจุไฟฟ้าให้แก่หยดหมึกที่พ่นออกมาจากท่อพ่นหมึก โดยให้มีความแตกต่างของประจุไฟฟ้า ระหว่างหยด หมึกที่จะสร้างเป็นภาพกับหยดหมึกที่ไม่ต้องการสร้างเป็นภาพ จากนั้นให้หยดหมึกผ่านไปยังส่วนที่มี สนามแม่ เหล็กไฟฟ้าเพื่อควบคุมทิศทางของหยดหมึกเฉพาะ ส่วนที่ต้องการให้ไปตกบนวัสดุใช้พิมพ์ ส่วนหยดหมึก ที่ไม่ต้องการจะถูกควบคุมให้ไปตกบนส่วนกักหมึกให้ไหลลงไปยังอ่างหมึก

2.4.1.2.2 การพิมพ์พ่นหมึกแบบเฉพาะจุดที่ต้องการ หลักการควบคุมหยดหมึกให้สร้างเป็นภาพจะใช้ข้อมูลภาพที่เป็นสัญญาณดิจิตอลไปควบคุมให้ท่อพ่นหมึกหยดหมึกเฉพาะจุดภาพที่ต้องการบนวัสดุใช้พิมพ์ เท่านั้น

2.4.1.2.3 การควบคุมกลไกสร้างภาพต่อเนื่องเต็มพื้นที่ ภาพการควบคุมกลไกสร้างเป็นภาพต่อเนื่องเต็มพื้นที่ภาพ เป็นกลไกที่เครื่องพิมพ์พ่นหมึกจะทำให้หัว พิมพ์สามารถสร้างภาพได้ต่อเนื่องจนได้ภาพที่ต้องการบนวัสดุใช้พิมพ์ เนื่องจากหยดหมึกที่พ่นจาก หัวพิมพ์อันประกอบด้วยท่อพ่นหมึกหลายท่อ ในแต่ละคราวจะครอบคลุมพื้นที่พิมพ์บนวัสดุใช้พิมพ์ ตามขนาดของหัวพิมพ์เท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีกลไกการเคลื่อนที่หัวพิมพ์และ/หรือการเคลื่อนที่วัสดุ ใช้พิมพ์ เพื่อสร้างภาพพิมพ์ให้ต่อเนื่องเต็มพื้นที่ภาพที่สามารถสร้างได้และที่ความเร็วการพิมพ์ที่ต้อง การโครงสร้างของหัวพิมพ์ที่ทำให้ท่อพ่นหมึกมีขนาดเล็ก และอยู่ติดกันได้มากเท่าไรเป็นตัวกำหนด ความละเอียดการพิมพ์ที่

เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์ได้ และกลไกการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์และวัสดุใช้ พิมพ์ เป็นตัวกำหนดความเร็วในการสร้างภาพบนวัสดุใช้พิมพ์

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์

การตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์สามารถทำได้ 2วิธี คือการตรวจสอบด้วยสายตาและ/หรือใช้เครื่องมือในการวัดค่า ซึ่งการตรวจสอบด้วยตานั้น สามารถตรวจสอบได้จากภาพบนแผ่นพิมพ์โดยตรง แต่หากต้องการตรวจสอบด้วยเครื่องวัดความดำ ควรมีแถบควบคุมคุณภาพงานพิมพ์อยู่บนแผ่นพิมพ์ด้วยเนื่องจากเครื่องวัดความดำไม่สามารถวัดค่าความดำ และพื้นที่เม็ดสกรีนบนภาพได้สะดวกเพราะภาพ ส่วนใหญ่มักจะไม่มีพื้นที่ที่เป็นพื้นทึบขนาดใหญ่ของแม่สีหมึกพิมพ์เพียงสีเดียวมากพอสำหรับช่องวัดของเครื่องวัดความดำหากแม้ว่ามีบริเวณที่เป็นแม่สีหมึกพิมพ์ มักจะเป็นบริเวณน้ำหนักสีต่อเนื่องและทำให้มีความยากในการวางรูเปิดรับแสงให้ ณ ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

2.5.1 แถบควบคุมคุณภาพ

2.5.1.1 องค์ประกอบของแถบควบคุมคุณภาพ

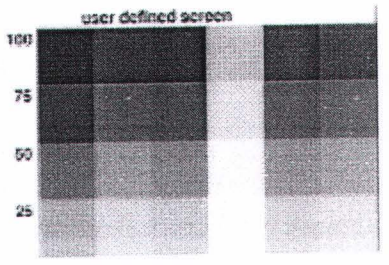
แถบควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ได้รับการออกแบบมาให้สามารถเป็นตัวแทนของภาพต่าง ๆ บนแผ่นพิมพ์ได้ดังนั้นจึงต้องประกอบด้วยส่วนทีเป็นพื้นทึบและส่วนที่เป็นเม็ดสกรีน นอกจากนั้นแล้วยังมีส่วน ที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาการพิมพ์ด้วย

1) ช่องพื้นทึบ (solid patch) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของแถบควบคุมคุณภาพจะมีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 5 x 5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใหญ่พอที่จะวัดได้ด้วยรูเปิดรับแสงของเครื่องวัดความดำช่องพื้นทึบจะมีจำนวนหลายช่อง ประกอบด้วยช่องพื้นทึบของแม่สีหมึกพิมพ์ สีเดียวได้แก่ สีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง สีเหลือง และสีดำ แต่ละสีจะมีจำนวนหลายช่องโดยช่องพื้นทึบของสีเดียวกันจะอยู่ห่างกันประมาณ 2.5 นิ้ว ซึ่งเป็นระยะห่างที่ไม่ชิดและไม่ห่างจนเกินไปทำให้สามารถตรวจสอบความหนาของชั้นหมึกได้ครอบคลุมตลอดแนวกระดาษนอกจากนี้แล้วยังมีช่องพื้นทึบของการพิมพ์แม่สีหมึกพิมพ์สองสีซ้อนทับกัน คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน และสามสีซ้อนทับกันหน้าที่หลักของแถบพื้นทึบสีเดียวที่เป็นแม่สีทั้งสี่สีนั้น คือ ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุมความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ โดยจากการสังเกตด้วยตาหรือวัดด้วยเครื่องวัดความดำ สำหรับแถบพื้นทึบที่เป็น 2 สี และ 3 สี ซ้อนทับกันนั้นมีไว้สำหรับตรวจสอบการจับหมึก และนอกจากนี้สามารถใช้หาค่าความผิดเพี้ยนสี (Hue error) โดยค่าที่ได้จะออกมาในรูปค่าความดำของสีต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในสีที่วัด ทั้ง 3 สี ประกอบด้วย ค่าความดำของสีที่อ่านออกมาได้มากที่สุด (H) ค่าความดำของสีที่อ่าน

ออกมาเป็นอันดับสอง (M) และ ค่าความดำของสีที่อ่านออกมาน้อยที่สุด (L) ซึ่งเมื่อได้ค่าความดำทั้งหมดแล้ว สามารถนำค่านั้นมาคำนวณ ค่าความผิดเพี้ยนสีได้โดยใช้สูตร

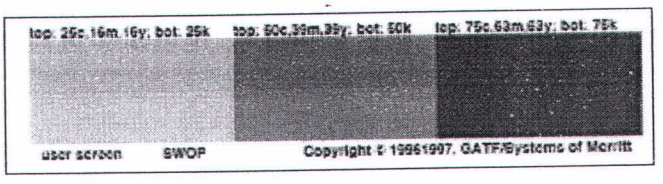
$$\text{Hue error} = [(M-L) / (H-L)] \times 100$$

2) ช่องสกรีน (screen patch) เป็นชิ้งที่มีพื้นที่เม็ดสกรีนอยู่ภายใน โดยมักจะมีหลายช่องติดกันอาจมีตั้งแต่ 2 – 4 ช่อง ซึ่งเป็นตัวแทน ของน้ำหนักสีในส่วนสว่าง ส่วนน้ำหนักสีกลาง และส่วนเงา ช่องสกรีนของแถบควบคุมคุณภาพส่วน ใหญ่มักจะประกอบด้วยช่องสกรีนที่มีพื้นที่ 25 50 และ 75 % เช่น แถบควบคุมคุณภาพของบรุนเนอร์ (Brunner) และของจีเอทีเอฟ (GATF) แต่แถบควบคุม ของบางองค์กรอาจมีเพียงช่องสกรีนที่มีพื้น ที่เม็ดสกรีนที่เกิดขึ้นบนแม่พิมพ์ และใช้ตรวจสอบการ เกิดเม็ดสกรีนบวมด้วยการวัดด้วยเครื่องวัด ความดำ



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างแถบควบคุม (ช่องสกรีน)

3) ช่องสมดุลสีเทา (gray balance patch) จะประกอบด้วยพื้นที่เม็ดสกรีนของสีน้ำเงินเขียว สีม่วงแดง และสีเหลือง ในสัดส่วนที่เมื่อพิมพ์หมึกพิมพ์ทั้ง 3 สีซ้อนทับกันแล้วเกิดเป็นสีเทา เช่น C50 M41 Y41 หรือ C68 M50 Y48 แถบสมดุลของสีเทามีประโยชน์มากในขณะพิมพ์เพราะการตรวจสอบความผิดเพี้ยนของสีสามารถทำได้อย่างรวดเร็วพร้อมกันทั้ง 3 สี โดยช่างพิมพ์จะสังเกตและเปรียบเทียบว่าช่องสมดุลของสีเทาที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของแผ่นพิมพ์มีสีที่เพี้ยนไปจากสีเทาบริเวณอื่นๆหรือไม่ หากจะต้องปรับปริมาณหมึกพิมพ์ให้สีเข้าสู่ความสมดุลอีกครั้ง

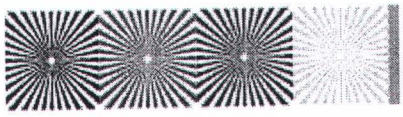


รูปที่ 2.22 ตัวอย่างแถบควบคุม (ช่องสมดุลสีเทา)

4) ช่องสำหรับตรวจสอบเม็ดสกรีนบวม เป็นส่วนสำหรับตรวจสอบแผ่นพิมพ์ว่ามีเม็ดสกรีนบวมมากน้อยเท่าใดเมื่อเทียบกับแผ่นปรู๊ฟ ซึ่งช่องสำหรับตรวจสอบเม็ดสกรีนนี้ ไม่สามารถวัดเป็นค่า

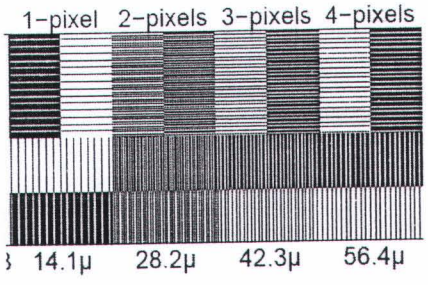
เม็ดสกรีนบวมที่แน่นอนได้ การใช้งานจะใช้ในลักษณะของการเปรียบเทียบระหว่างช่องสำหรับตรวจสอบเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์กับช่องสำหรับตรวจสอบเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นอ้างอิง ที่เป็นแผ่นปรู๊ฟหรือแผ่นโอเคชีท (OK sheet) ว่ามีการบวมของเม็ดสกรีนไปมากหรือน้อยกว่า การตรวจสอบจะเป็นการดูด้วยตาเปล่าจากการดูผ่านแว่นขยาย

5) มักจะได้รับการออกแบบให้มีชุดของเส้นตรงขนานกันหลาย ๆ ชุด และแต่ละชุดจะทำให้เป็นมุมต่อกันอาจเป็นมุม 90 องศา หรือ 45 องศา แถบควบคุมคุณภาพของ บางองค์กรได้ออกแบบเป็นรูปวงกลม หรือเป็นรูปดาว บางแถบควบคุมจะให้เป็นลักษณะวงกลมหลายๆวงซ้อนกัน ดังรูป



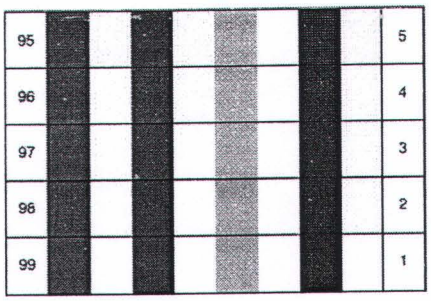
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างแถบควบคุม (ช่องตรวจการพิมพ์พร่าและดาวพิมพ์ซ้อน)

6) ช่องไมโครไลน์ เป็นส่วนที่ประกอบด้วยเส้นเล็ก ๆ ที่มีความละเอียดมากจนถึงละเอียดน้อย กล่าวคือ อาจมีขนาดตั้งแต่ 4 – 40 ไมครอน ช่องไมโครไลน์จะช่วยในการตรวจ สอบคุณภาพของแม่ พิมพ์งานแม่พิมพ์ หรือ คุณภาพของงานพิมพ์ว่าการถ่ายทอดน้ำหนักสีหรือเม็ดสกรีนในขั้นตอนต่าง ๆ เป็นอย่างไร ดังรูป



รูปที่ 2.24 ตัวอย่างแถบควบคุม (ช่องไมโครไลน์)

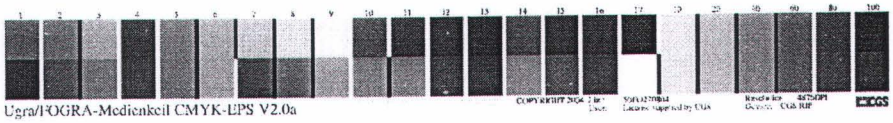
7) แถบเม็ดสกรีนขนาดเล็ก จะเป็นแถบที่ประกอบด้วยเม็ดสกรีน ขนาดเล็กมาก เช่น 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 และ6% เพื่อตรวจสอบว่าในงานพิมพ์นั้นสามารถบันทึกเม็ดสกรีนที่มีขนาดเล็กที่สุดได้เท่าใด



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างแถบควบคุมที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพงานพิมพ์

2.5.1.2 แถบ Digital Control Strip ชนิด Ugra/Fogra Media Wedge CMYK

1) Ugra/Fogra Media Wedge CMYK v2 จะประกอบด้วยจำนวนเฉดสี 46 เฉดสี และมีคุณลักษณะ ตามข้อกำหนด ใน ISO 12647-7:2007 ซึ่งจะจัดวางเรียงเป็น 2 แถว แถวละ 23 ช่อง



รูปที่ 2.26 แถบ Digital Control Strip ชนิด Ugra/Fogra Media Wedge CMYK v2

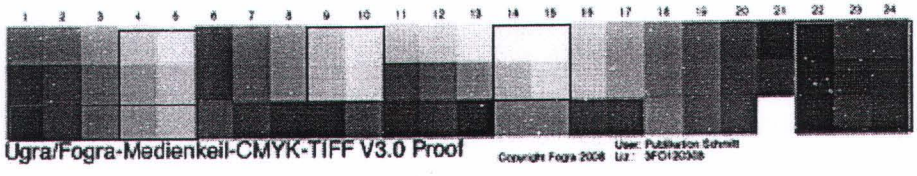
2) Ugra/Fogra Media Wedge CMYK v3จะประกอบด้วยจำนวนเฉดสี 72 เฉดสีจัดวางเรียงเป็น 3 แถว แถวละ 24 ช่อง โดยเพิ่มเข้ามา 26 ช่องดังนี้

A กลุ่ม Highlight (10 และ 20%) ในคอลัมภ์ 4, 5, 9,10,14,15

B กลุ่ม Secondary Gray ที่มีส่วนประกอบจาก CMY ในช่อง C1-C5

C กลุ่ม Chromatic (C, M, Y) ทับบน K100 คอลัมภ์ 22

D กลุ่ม Shadow (L* ≤ 35) คอลัมภ์ 23, 24



รูปที่ 2.27 แถบ Digital Control Strip ชนิด Ugra/Fogra Media Wedge CMYK v3

2.5.1.3 ข้อควรคำนึงในการใช้แถบควบคุมคุณภาพ

แถบควบคุมคุณภาพเป็นแถบที่ได้รับการผลิตให้มีความเที่ยงตรงสูง โดยบริเวณที่เป็นส่วนดำจะมีค่าความดำสูง เพื่อให้สามารถกั้นแสงได้อย่างแท้จริง และส่วนที่เป็นเม็ดสกรีนก็จะมีความถูกต้องแม่นยำด้วย ดังนั้นจึงควรใช้แถบควบคุมคุณภาพที่เป็นต้นฉบับเท่านั้น โรงพิมพ์บางแห่งเห็นว่าแถบควบคุมคุณภาพมีราคาแพง จึงนำต้นฉบับมาถ่ายสำเนาแล้วนำสำเนานั้นมาใช้งาน ในกรณีนี้จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อไม่ต้องการวัดเม็ดสกรีนเท่านั้น กล่าคือใช้แถบควบคุมคุณภาพในการควบคุมค่าความดำเพียงอย่างเดียว ไม่ใช้ในการควบคุมเม็ดสกรีนบวม สาเหตุที่ไม่แนะนำให้ใช้แถบควบคุมคุณภาพฉบับสำเนาก็เนื่องจากการทำสำเนาลงบนฟิล์มอาจทำให้เม็ดสกรีนบนแถบควบคุมคุณภาพ มีความแตกต่างออกไปและยิ่งสร้างความสับสนในการวัดพื้นที่เม็ดสกรีนหากในแถบควบคุมคุณภาพเดียวกัน แต่เม็ดสกรีนของแต่ละสีไม่เท่ากัน เช่น ที่บริเวณตรงกลางของแถบควบคุม ได้รับแสงมากกว่าบริเวณขอบในการทำสำเนา ซึ่งจะเป็นผลให้พื้นเม็ดสกรีนของฟิล์มสำเนาที่ได้มีขนาดไม่เท่ากัน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามหากต้องการใช้แถบควบคุมคุณภาพฉบับสำเนามาควบคุมการผลิตเม็ดสกรีนขอภาพพิมพ์ พิมพ์ก็ควรจะตรวจสอบพื้นที่เม็ดสกรีนที่อยู่ในช่องสกรีน ให้แน่ใจว่ามีค่าที่แท้จริงเป็นเท่าใดแล้วจึงจะ สามารถใช้คำนวณหาเม็ดสกรีนบวมที่ถูกต้องได้

2.5.1.4 ลักษณะงานพิมพ์ที่ต้องการตรวจสอบและควบคุม

เป้าหมายของการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ก็คือต้องการให้แผ่นพิมพ์ที่พิมพ์ได้มีความใกล้เคียงกับแผ่นปรู๊ฟที่ลูกค้าได้อนุมัติให้เป็นต้นแบบของงานพิมพ์มากที่สุด การพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือนระหว่างแผ่นพิมพ์กับแผ่นปรู๊ฟสามารถแยกพิจารณาเป็นบริเวณสำคัญ 2 บริเวณ คือ บริเวณไร้ภาพ (Non-image) และบริเวณภาพ (image area) ซึ่งแต่ละบริเวณควรได้รับการพิจารณาลักษณะคุณภาพที่ดีดังนี้

1. คุณภาพของบริเวณไร้ภาพตรวจสอบคุณภาพของบริเวณไร้ภาพ สามารถทำได้ง่ายด้วยตาเปล่าและลักษณะที่ตรวจสอบก็สามารถเห็นได้ชัดเจนหากมีความบกพร่อง เนื่องจากบริเวณไร้ภาพของ แผ่นงานพิมพ์ คือ บริเวณที่ไม่มีหมึกพิมพ์ติดอยู่ซึ่งก็คือส่วนที่เป็นพื้นของวัสดุใช้พิมพ์นั่นเองลักษณะ ของบริเวณไร้ภาพที่ดีควรต้องสะอาด ถ้าเป็นกระดาษขาวต้องขาวสว่างมาก ไม่มีฝุ่น ขี้หมึกและรอย เปื้อนต่างๆผิวหน้าควรเรียบ ไม่มีรอยยับ และไม่มีขุย

2. คุณภาพของบริเวณภาพ บริเวณภาพของแผ่นงานพิมพ์ คือ บริเวณที่มีหมึกมาติดอยู่และประกอบกันขึ้นมาเป็นภาพตามที่ต้องการ ในภาพหนึ่งอาจจะประกอบขึ้นด้วยส่วนบริเวณภาพเพียงอย่างเดียว คือ บริเวณที่เป็นพื้นทึบ (solid area) เช่น ลายเส้น ตัวอักษร เป็นต้น หรืออาจจะประกอบด้วยทั้งบริเวณภาพ และบริเวณไร้ภาพ ที่เรียกว่า บริเวณสกรีน (screen area) เช่น ภาพฮาล์ฟโทน ภาพสกรีนที่มีพื้นที่เม็ดสกรีนที่มีพื้นที่เม็ดสกรีนเท่ากันหมดหรือทินต์ (tint) เป็นต้น

2.5.2 เครื่องมือวัดคุณภาพงานพิมพ์สี

2.5.2.1 เดนซิโทมิเตอร์ (Densitometer)

เดนซิโทมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดทางแสงที่ใช้เพื่อวัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากภาพที่มีลักษณะทึบแสงหรือแสงที่ส่องผ่านจากภาพโปร่งใสหรือฟิล์ม โดยค่าความเข้มแสงที่วัดได้จะได้รับการคำนวณ ให้เป็นค่าความดำโดยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงสามารถเรียกเดนซิโทมิเตอร์ว่าเครื่องวัดความดำได้ทั้งนี้ ค่าความเข้มของแสงสะท้อนหรือความเข้มของแสงส่องผ่าน สัมพันธ์กับค่าความดำในรูปของฟังก์ชัน ลอการิทึม ดังนี้

$$D = \log 1/R \text{ หรือ } D = \log 1/T$$

ซึ่ง D = ค่าความดำ

R = ค่าการสะท้อนแสง (%)

T = ค่าการส่องผ่านแสง

จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่า ยิ่งค่าการสะท้อนแสง หรือค่าการส่องผ่านแสงมีค่าน้อยเท่าใดก็จะมีผลทำให้ค่าความดำมีมากขึ้นเท่านั้น ประเภทของเครื่องวัดความดำสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท ตามลักษณะความทึบแสงของภาพที่นำมาใช้วัด

เครื่องมือวัดความดำสำหรับภาพทึบแสงเป็นเครื่องมือวัดความดำ ที่ใช้เพื่อวัดความดำที่เกิดจากการสะท้อนแสงตกกระทบของภาพทึบแสง ดังนั้นจึงเรียกเครื่องมือวัดความดำประเภทนี้ว่าเครื่องวัดความดำชนิดการสะท้อนแสง (Reflection Densitometer) และนำไปใช้วัดภาพทึบแสงสีเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างของภาพทึบแสง เช่น ต้นฉบับภาพถ่าย แผ่นงานพิมพ์ที่ได้จากการพิมพ์ และหมึกพิมพ์บนกระดาษ เป็นต้น

เครื่องวัดค่าความดำสำหรับภาพโปร่งใส เป็นเครื่องวัดความดำที่ใช้วัดความดำที่เกิดจากการส่องผ่านแสงตกกระทบของภาพโปร่งใส ดังนั้นจึงเรียกเครื่องวัดค่าความดำนี้ว่า เครื่องวัดค่าความดำชนิด วัดการส่องผ่าน (Transmission Densitometer) ตัวอย่างของภาพโปร่งใส เช่น สไลด์สี และฟิล์มแยกสี เป็นต้น

2.5.2.2 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

สเปกโทรโฟโตมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดในการวัดการส่องผ่าน หรือการสะท้อนแสงของภาพสีโดยเป็นการวัดความเข้มหรือปริมาณของแสง ที่มีความยาวคลื่นประมาณตั้งแต่ 400-700 นาโนเมตรทั้ง นี้การวัดมักทีที่ช่วงความยาวคลื่นแคบๆ เช่น 10 หรือ 20 นาโนเมตร เป็นต้น ค่าการสะท้อนแสงหรือ ค่า

การส่องผ่านแสงในแต่ละความยาวคลื่นที่ได้จะนำไปใช้ในการเขียนกราฟการสะท้อน หรือส่องผ่านแสง ภาพซึ่งเป็นกราฟที่เขียนขึ้นโดยมีความยาวคลื่นเป็นแกนนอน และค่าการส่องผ่านแสง หรือค่าการสะท้อนแสงเป็นแกนตั้ง นอกจากนี้หากสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ประกอบด้วย หรือต่อพ่วงอยู่กับคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมคำนวณค่าสีตามระบบการวัดสีรวมอยู่ด้วย ข้อมูลค่าการส่องผ่านหรือสะท้อน แสงที่เครื่องวัดได้ก็จะนำไปใช้เพื่อคำนวณค่าสีของภาพต่อไป

ความแตกต่างระหว่างสเปกโทรโฟโตมิเตอร์กับคัลเลอริมิเตอร์อยู่ตรงที่สเปกโทรโฟโตมิเตอร์เป็นอุป กรณ์สำหรับใช้เพื่อวัดความเข้มของแสงส่องผ่านหรือแสงสะท้อนในแต่ละความยาวคลื่นแคบ ๆ ของ แสงในขณะที่คัลเลอริมิเตอร์สร้างขึ้นเพื่อวัดสีโดยเฉพาะในการวิเคราะห์แสงส่องผ่านหรือสะท้อนของ ภาพจากคัลเลอริมิเตอร์ทำโดยใช้ฟิลเตอร์เพียง 3 สี ดังนั้นคัลเลอริมิเตอร์จึงไม่สามารถแสดงผลการ วัดความเข้มของแสงในแต่ละความยาวคลื่น ได้ละเอียดเหมือนกับสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ส่วนในแง่ของ การวัดสีนั้นเครื่องมือทั้ง 2 สามารถใช้วัดสีตามระบบการวัดสี CIE ได้ ดังนั้นหากต้องการใช้เพื่อ วัดสีเท่านั้นก็สามารถเลือกใช้คัลเลอริมิเตอร์ได้ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ประเภทของสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เช่นเดียวกับเดนซิโทมิเตอร์และคัลเลอริมิเตอร์สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ มีทั้งชนิดที่ใช้สำหรับวัดค่าการส่องผ่านแสงบนฟิล์มโปร่งใสหรือบนจอมอนิเตอร์และค่าสะท้อนแสง บนสิ่งพิมพ์แต่เนื่องจากชนิดที่ใช้วัดค่าการสะท้อนแสง เป็นชนิดที่ใช้วัดสีในทางการพิมพ์ ดังนั้น

ในปัจจุบันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ มีการใช้งานกันอย่างมากในอุตสาหกรรมผลิตหมึกพิมพ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเทียบสีหมึกพิมพ์ที่ได้จากการผสมขึ้นใหม่ด้วยหมึกพิมพ์แม่สีต่างๆที่มีเพื่อให้ได้สีตาม ที่ลูกค้าต้องการส่วนในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ได้มีการเริ่มนำเข้ามาใช้แทนเดนซิโทมิเตอร์กัน มากขึ้นโดยเฉพาะการควบคุมคุณภาพสิ่งพิมพ์ที่ต้องพิมพ์ด้วยสีพิเศษต่าง ๆ ที่ไม่ใช่หมึกพิมพ์ชุดสอด สีซึ่งเดนซิโทมิเตอร์ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อควบคุมคุณภาพได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีผู้ผลิตเดนซิโท มิเตอร์และสเปกโทรโฟโตมิเตอร์รวมเข้าไว้ในเครื่องเดียวกันทำให้สามารถวัดค่าความดำค่าการสะท้อน แสงและค่าสี CIE ของภาพได้ทั้งหมด

2.6 บรรจุภัณฑ์โลหะ [9]

วัสดุโลหะที่นำมาประยุกต์ใช้ในวงการบรรจุภัณฑ์ จำแนกได้เป็น 4 ประเภท คือ เหล็ก อะลูมิเนียม ดีบุก และโครเมียม วัสดุโลหะที่นิยมใช้มากที่สุดคืออะลูมิเนียมและเหล็ก โดยเหล็กแยกเป็นเหล็กชุบดีบุก และ เหล็กชุบโครเมียม วัตถุดิบทั้งสองของเหล็กเป็นสารโลหะประสม (Composite) ที่นำมาแปรรูปเป็นกระป๋องโลหะ แบบแรกคือเหล็กชุบดีบุกด้วยกระแสไฟฟ้า (Electrolytic Tin Plate – ETP) หรือ เรียกง่าย ๆ ว่าเหล็กชุบดีบุกใช้แปรรูปเป็นกระป๋องโลหะทั่วไป ส่วนเหล็กชุบโครเมียมเป็นวัตถุดิบที่ถูก พัฒนาขึ้นใหม่และได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ มีชื่อเรียกทางวิชาการว่าเหล็กชุบโครเมียมด้วยกระ แสไฟฟ้า (Electrolytic Chromium Coated Steel – ECCS) หรือรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งที่คุ้นเคยมากกว่า คือ เหล็กปลอดดีบุก (Tin Free Steel – TFS) โลหะอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ได้แก่ อะลูมิเนียม ใช้เนื้อ อะลูมิเนียมเกือบ 100% ในการแปรรูปกระป๋อง แต่ในเนื้ออลูมีเนียมที่ใช้แปรรูปนั้นต้องมีการควบคุม ปริมาณของแมกนีเซียม (Mg) และแมงกานีส (Mn) และโลหะผสมอื่น ๆ เพื่อให้ได้สมบัติในการใช้งาน ตามต้องการนอกเหนือจากโลหะทั้ง 4 ประเภทที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปกระป๋องแล้ว ในกระบวน การแปรรูปกระป๋องโลหะยังใช้โลหะอื่นๆ ช่วยในการเชื่อมติด คือ ตะกั่ว (Pb) และทองแดง (Cu) เป็น สารช่วยเชื่อมติดตามบริเวณตะเข็บข้าง (Side Sea) ของตัวกระป๋องและวัสดุผนึก (Lining Compound) บนตะเข็บสองชั้น (Double Seam) ของกระป๋อง

แผ่นเหล็กชุบดีบุก (ETP) นับเป็นโลหะผสมที่นำมาผลิตเป็นกระป๋องมากที่สุดไม่ว่าจะเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารหรือบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าทั่วไปโดยมีประวัติย้อนหลังไปเกือบ 200 ปี ดีบุกที่นำมาชุบเป็นแผ่นเหล็กมีมากถึง 40% ของการใช้ดีบุกทั้งหมด แผ่นเหล็กชุบดีบุกสามารถนำไปแปรรูปเป็นกระป๋องสำหรับสินค้าหลากหลายประเภทด้วยสมบัติเด่นดังต่อไปนี้

- หาง่าย ราคาไม่แพงและสามารถใช้กับกระบวนการแปรรูปกระป๋องทุกรูปแบบ
- เก็บรักษาคุณภาพสินค้าได้นาน เนื่องจากสามารถสกัดกั้นการซึมผ่านของความชื้น อากาศ และกลิ่นได้ 100%
- เข้ากันได้ (Compatible) กับสิ้นค้าหลายประเภทด้วยการใช้สารเคลือบที่เหมาะสม
- สามารถเก็บรักษาความสดและคุณค่าของอาหารภายในกระป๋อง
- สามารถทำการพิมพ์และตกแต่งให้สวยงามนอกเหนือจากความแวววาวของผิวกระป๋อง
- สมบัติที่สามารถเหนี่ยวนำด้วยแม่เหล็กช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกในการแยกกระป๋องโลหะออกจากขยะเพื่อนำไปรีไซเคิลได้ง่าย

นอกจากสมบัติเด่นดังกล่าว กระป๋องโลหะมีจุดด้อยดังต่อไปนี้

- มีน้ำหนักต่อหน่วยบรรจุสูงทำให้สิ้นเปลืองค่าขนส่ง
- มีเสียงดังจากการกระแทกกันในสายงานการแปรรูปและเวลาบรรจุ

- มีต้นทุนของวัตถุดิบต่อหน่วยน้ำหนักค่อนข้างสูง
- เกิดสนิมได้

2.6.1 การพิมพ์โดยตรงบนผิวโลหะ

ระบบการพิมพ์ออฟเซตแห้ง (Dry – Offset) ระบบการพิมพ์นี้รู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า ออฟเซตเลตเตอร์เพรสส์ (Offset – Letterpress) เนื่องจากได้รับการพัฒนามาจากระบบเลตเตอร์เพรสส์เดิม ในสหรัฐอเมริกาอาจเรียกเป็นอีกชื่อหนึ่งว่าลิโธแห้ง (Dry – Litho) ซึ่งอาจเกิดการเข้าใจผิดได้ (Misnomer) การพิมพ์ระบบนี้ได้รับความนิยมมากขึ้นหลังจากมีการพัฒนาเพลทเป็นโพลิเมอร์ไวแสง (Photopolymer) ขึ้นมาในช่วงปี ค.ศ.1960 เพลทโพลิเมอร์ไวแสงนี้มีส่วนทำให้ระบบออฟเซทแห้งนี้สามารถพิมพ์ได้เร็วกว่าแบบลิโธกราฟี แม้ว่าระบบออฟเซทแห้งจะทำงานได้ง่ายและพิมพ์งานได้สม่ำเสมอกว่า แต่คุณภาพการพิมพ์ยังสู้แบบลิโธกราฟีไม่ได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดของขนาดเม็ดสกรีน (minimum dot – size) และการไล่น้ำหนักสี (Toner Gradation) ที่สู้ไม่ได้ทำให้งานพิมพ์ที่ได้หยาบกว่า

เครื่องจักรที่ใช้พิมพ์มีทั้งแม่พิมพ์แบบแผ่นราบและแบบพิมพ์บนกระป๋องที่ขึ้นรูปแล้วการพิมพ์แผ่นราบนั้นสามารถพิมพ์หลายสีตามลำดับและถ้าจำเป็นอาจจะมีการอบแห้ง ระหว่างการพิมพ์แต่ละสีถ้าเป็นการอบแห้งด้วยรังสียูวีหน่วยอบแห้งที่คั่นระหว่างการพิมพ์แต่ละสีมีชื่อเรียกเฉพาะว่าบ่มระหว่างการตกแต่ง (Interdeck Curing) สำหรับการพิมพ์บนกระป๋องจะเป็นการพิมพ์สีทุกสีลงไปบนผิวกระป๋องพร้อมกันโดยการถ่ายผ่านจากโมผ้ายาง

เครื่องจักรสำหรับพิมพ์แผ่นเรียบนั้นมักจะนิยมพิมพ์ 1-2 สีต่อเครื่อง ในกรณีที่ต้องการพิมพ์ 4 สี จะปล่อยให้พิมพ์โดยใช้เครื่อง 2 สี 2 ครั้ง(Two Passes) คั่นด้วยการอบจากการพิมพ์ 2 สีครั้งแรก สภาวะการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้นทำให้การออกแบบบรรจุภัณฑ์ใช้จำนวนสีมากขึ้นส่งผลให้เครื่องพิมพ์ที่นำเสนอในตลาดมีหน่วยพิมพ์ต่อเครื่องมากขึ้นถึง 4 – 6 สีพร้อมทั้งมีขั้นตอนการทำงานครบภายในเครื่อง เดียวกัน เช่น การทำให้แห้งและการอบหลังพิมพ์ด้วยรังสียูวี เป็นต้นในขณะเดียวกันเครื่องพิมพ์ที่ใช้ พิมพ์บนกระป๋องสำเร็จรูปก็ไม่ยอมน้อยหน้า โดยได้พัฒนาเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์ได้ถึง 8 สีและ พิมพ์ได้เร็วกว่า 2,000 กระป๋องต่อนาที

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จีราภรณ์ ราวะรินทร์ และภัทริยา งามวิทิตวงศ์ [10] ได้จัดทำโครงงานเรื่องการ เปรียบเทียบระบบจัดการสีโดยใช้มาตรฐานไอซีซีและไม่ใช้มาตรฐานไอซีซี สรุปได้ว่าค่าความแตกต่างสีรวมของใบพิมพ์ ที่ได้จากเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ทที่ไม่ได้ผ่านการจัดการสีใบพิมพ์ที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งเป็นมาตรฐาน ไอซีซีและแบบไม่ใช้มาตรฐานไอซีซี กับใบปรู๊ฟออฟเซตมีค่าความแตกต่างสีรวมเท่ากับ 13.35, 5.75 และ 1.35 ตามลำดับแสดงว่าระบบจัดการสีแบบไม่ใช้มาตรฐานไอซีซี นั้นสามารถผลิตสีของงาน พิมพ์ได้ใกล้เคียงกับงานพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟออฟเซตเนื่องจากในการจัดการสีแบบไม่ใช้มาตรฐานไอซีซี ในการทดลองนี้มีการทำการจัดการสีทั้งหมด 3 ครั้ง จึงทำให้ได้ค่าความแตกต่างสี รวมที่ต่ำที่สุด

สิทธิรักษ์ วงษ์กิตติวัฒน์ [11] ได้จัดทำโครงงานเรื่องระบบจัดการสีสำหรับการ พิมพ์บนแผ่นโลหะ สรุปได้ว่าความแตกต่างสีรวมของ ใบพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่ไม่ผ่านการจัดการสีกับ ใบพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบ ออฟเซตมีค่าความแตกต่างสีรวมเท่ากับ 22.71 และค่าความแตกต่าง สีรวมของใบพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่ผ่านการจัดการสีกับใบพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ ระบบออฟเซตมีค่าความแตก ต่างสีรวมเท่ากับ 4.56 แสดงว่าระบบการจัดการสีที่ใช้มาตรฐาน ไอซีซี นั้นสามารถผลิตสีของงาน พิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก มีสีใกล้เคียงกับงานพิมพ์ที่ได้จาก เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตจากนั้นทำการเปรียบเทียบสีระหว่างงานพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบพ่น หมึกที่ผ่านระบบการจัด การสีกับจอแสดงผลที่ผ่านโปรไฟล์และงานพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ระบบ ออฟเซตสีมีความเหมือนกันร้อยละ 91.3

ชัชชัย ดลกิจ และศราวรณ์ ศิระพันธุ์ [12] การประเมินผลของการสร้างโพรไฟล์จากเครื่องพิมพ์ออฟเซตเพื่อการปรู๊ฟสีแบบดิจิทัลด้วยระบบออฟเซตให้มีคุณภาพดี เพื่อนำไปสร้างโพรไฟล์สำหรับปรู๊ฟสีด้วยเครื่องพิมพ์ระบบดิจิทัลโดยมีค่า ΔE ระหว่างใบปรู๊ฟสีที่เทียบได้กับใบพิมพ์กระดาษปอนด์เท่า กับ 5.28 กระดาษอาร์ตด้านเท่ากับ 4.42 และ กระดาษอาร์ตมันเท่ากับ 4.60 ซึ่งค่า ΔE ที่ได้อยู่ในช่วงประมาณ 5 แสดงว่าการสร้างโพรไฟล์ของเครื่อง พิมพ์ออฟเซตเพื่อทำการปรู๊ฟสีแบบดิจิทัลเป็นที่ยอมรับได้

ทัสมา พุทธา, ภาวิณี บุญศรีโรจน์ และสิรินทรัพย์ รัตนชัยสิทธิ์ [13] “การจัดทำระบบมาตรฐานในกระบวน การพิมพ์ของโรงพิมพ์ระบบออฟเซตเพื่อปรับปรุงคุณภาพงานพิมพ์”, ผลการศึกษาพบว่างานพิมพ์หลังทำมาตรฐานมีค่าความดำและค่าการซ้อนทับสีที่เหมาะสมค่า น้ำหนักโทนสีเพิ่มได้ลดระดับ อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน และมีความเปรียบต่างสูงขึ้นประ มาณ 20% สำหรับแม่สีไซแอน มาเจนต้า และเหลือง ส่วนสีดำคือ 45% ส่งผลให้ภาพพิมพ์มีคุณภาพ ดีขึ้นความพึงพอใจของ

กลุ่ม ตัวอย่างอยู่ในระดับที่สูงมาก และความคิดเห็นส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้น การนำข้อกำหนดของ มาตรฐานอุตสาหกรรมมาใช้จัดระบบมาตรฐานในกระบวนการพิมพ์ สามารถปรับปรุงคุณภาพงานพิมพ์ให้ดีขึ้นและมีผลดีต่อโรงพิมพ์

วรพงษ์ รุ่งเรือง [14] การเปรียบเทียบค่าขอบเขตสีระหว่างกระบวนงานแม่สีบวกกับแม่สีลบผลการวิจัยพบว่า กระบวนการในการจัดเตรียมงานก่อน พิมพ์ไฟล์แม่สีบวกมีขนาด ของไฟล์เล็กกว่า ไฟล์แม่สี ลบเท่ากับร้อยละ 33 ไฟล์งานแม่สีบวกใช้เวลาประมวลผลเร็วกว่าไฟล์งานแม่สีลบร้อยละ 42 ไฟล์แม่สี บวกใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลน้อยกว่าไฟล์แม่สีลบร้อยละ 18 ค่าความแตกต่างสีของแผ่นพิมพ์ทด -สอบ ระหว่างไฟล์แม่สีบวกและแม่สีลบ (ΔE) ที่ใช้เครื่องพิมพ์ออฟเซตเท่ากับ 3.72 เครื่องพิมพ์อิเล็ก โทรโฟโตกราฟีเท่ากับ 2.305 ซึ่งมีค่าความแตกต่างสีเล็กน้อย และมีขอบเขตสีใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่า กระบวนการเตรียมไฟล์ในระบบแม่สีบวกสามารถเก็บข้อมูลสีได้ดีกว่า ระบบแม่สีลบแต่ไม่มีผลกระ- ทบต่อคุณภาพงานพิมพ์อย่างเด่นชัด

พรชนิตย์ สุขกสี และรังสินี สารสุข[2] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการสีของปรู๊ฟระบบ พ่นหมึกโดยใช้โปรไฟล์ออฟเซต โรงเรียนดอนบอสโก มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบการจัดการสี สำหรับแผนกพิมพ์ โรงเรียนดอนบอสโก กรุงเทพฯ และเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพสีของแม่สี CMYK ระหว่างใบจำลองสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่มีระบบจัดการสีกับสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยระบบการพิมพ์ออฟเซต ดำเนินการทดลองโดยการปรับตั้งมาตรฐานบนจอภาพ ด้วยโปรแกรม Profile maker 5.0 ในการสร้างโปรไฟล์และออกแบบสร้าง Test form ซึ่งประกอบด้วยแถบสี ECI 2002 (i1) รูปสำหรับตรวจสอบในแต่ลักษณะภาพ และแถบควบคุมคุณภาพ งานพิมพ์ที่ใช้ตรวจสอบค่าต่าง ๆ จากนั้นนำไปพิมพ์ก่อนที่จะนำไปสร้างโปรไฟล์การจัดการสี แล้วพิมพ์แผ่นปรู๊ฟดิจิตอลที่ไม่ผ่านโปรไฟล์การจัดการสีกับแผ่นปรู๊ฟดิจิตอลที่ผ่านโปรไฟล์การจัดการสี และแผ่นพิมพ์จริงออฟเซต มาเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ชนิด สรุปผลการทดลอง ผลการเปรียบเทียบของงานพิมพ์จริงออฟเซตกับ แผ่นปรู๊ฟดิจิตอลที่พิมพ์ไม่ผ่านโปรไฟล์การจัดการสี และผ่านโปรไฟล์การจัดการสีมีค่าความแตกต่าง ของสี (ΔE_{ab}) เท่ากับ 22.710, 4.560 ตามลำดับแสดง ว่าแผ่นปรู๊ฟดิจิตอลที่พิมพ์ผ่านโปรไฟล์และสีมี คุณภาพใกล้เคียงกับงานพิมพ์ออฟเซตมากกว่าการ เปรียบเทียบภาพสีจากการวัดความพึงพอใจจาก กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ พบว่าภาพสีบนปรู๊ฟดิจิตอลที่พิมพ์ ผ่านโปรไฟล์การ จัดการสีใกล้เคียงกับภาพสีบนแผ่นพิมพ์จริงออฟเซตจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 95 และที่คิดว่าสีไม่เหมือนกัน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ผลสรุปว่าปรู๊ฟดิจิตอลที่พิมพ์ผ่านโปร ไฟล์การจัดการสีของเครื่องพิมพ์ออฟเซตที่สร้างขึ้นมานั้น สามารถนำไปใช้ได้

พนิตกาญจน์ คุณรัตนาวณิชย์ และวรรณรัตน์ วิรัชกุล [3] ได้ทำงานวิจัยเรื่องการแก้ ไขคุณภาพสีในการพิมพ์สิ่งพิมพ์ของสถานประกอบการณ์ด้วยระบบการจัดการสีมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ของบริษัท สองแรงแข็งขัน จำกัด 2) เพื่อสร้างโพรไฟล์สีให้กับ สถานประกอบการ 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพสีของแผ่นจำลองสิ่งพิมพ์จากระบบพ่นหมึกที่พิมพ์ ผ่านโพรไฟล์สีมาตรฐานกับพิมพ์ผ่านโพรไฟล์สีที่จัดสร้างขึ้น โดยศึกษากระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ของ บริษัท สองแรงแข็งขัน และปัญหาเกี่ยวกับการจำลองสิ่งพิมพ์ของบริษัทจากนั้นนำไฟล์ต้นฉบับที่ได้ จากการศึกษาซึ่งเป็นแผ่น Test chart ECI 2002 CMYK ICC Color PM 5.0.5 (A3) มาทำการจัดวางหน้าและประกอบหน้าด้วยระบบอิเล็กทรอนิคส์ นำไฟล์ต้นฉบับที่เตรียมไว้ไปสร้างภาพบนแม่พิมพ์ออฟเซต และนำไปทำการพิมพ์ เมื่อได้แผ่นพิมพ์นำไปสร้างโปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์ โดยใช้โปรแกรม จัดการสีสำเร็จรูปในการสร้าง เมื่อได้โปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์จะนำมาเปรียบเทียบกับแผ่นจำลองสิ่ง พิมพ์ที่พิมพ์ผ่านโพรไฟล์สีมาตรฐานได้แก่ 39L และ Japan Color 2001โดยจำลองแผ่นพิมพ์ด้วยเครื่อง พิมพ์ระบบพ่นหมึกบนกระดาษเคลือบผิวจากนั้นนำแผ่นพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ออฟเซตมาทำการ เปรียบเทียบโดยการวัดค่าความแตกต่างของสีพบว่าแผ่นพิมพ์ที่ผลิตจากโพรไฟล์ที่สร้างขึ้นนั้นมีความ แตกต่าง (ΔE_{ab}) 2.33 ซึ่งได้ค่าใกล้เคียงกับแผ่นพิมพ์ที่สร้างขึ้นและการประเมินด้วยสายตาจากกลุ่ม ตัวอย่างลูกค้าของสถานประกอบการ จำนวน 20 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 82 เลือกรูปภาพที่สร้าง จากโปรไฟล์สีของเครื่องพิมพ์เพราะฉะนั้นสถานประกอบการสามารถนำโพรไฟล์ที่สร้างขึ้นนั้นไปใช้ ได้จริง